

Безопасность жизнедеятельности

Лекция 5

Кулигин А.П., Доцент, к.ф.-м.н.

3.3. Эргономические основы БЖД

Современное производство является все более автоматизированным, на человека все в большей степени возлагаются функции управления и оператора.

С точки зрения безопасности труда и создания комфортных условий для трудовой деятельности важным является комплексное изучение **системы «человек – машина – производственная среда»**.

Эта система - Объект исследования эргономики.

В трудовом процессе все компоненты системы находятся в тесной взаимосвязи.

Чтобы она функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека, необходимо обеспечить совместимость характеристик среды и человека.

Предмет эргономики - организация рабочего места человека-оператора, с учетом:

- характера деятельности,
- условий труда,
- психофизиологических возможностей,
- антропометрических характеристик человека.

Характеристики человека относительно постоянны.

Элементы внешней среды поддаются регулированию в более широких пределах.

Следовательно, решая вопросы безопасности системы «человек – среда», необходимо учитывать прежде всего особенности человека.

3.2.1. Антропометрическая совместимость

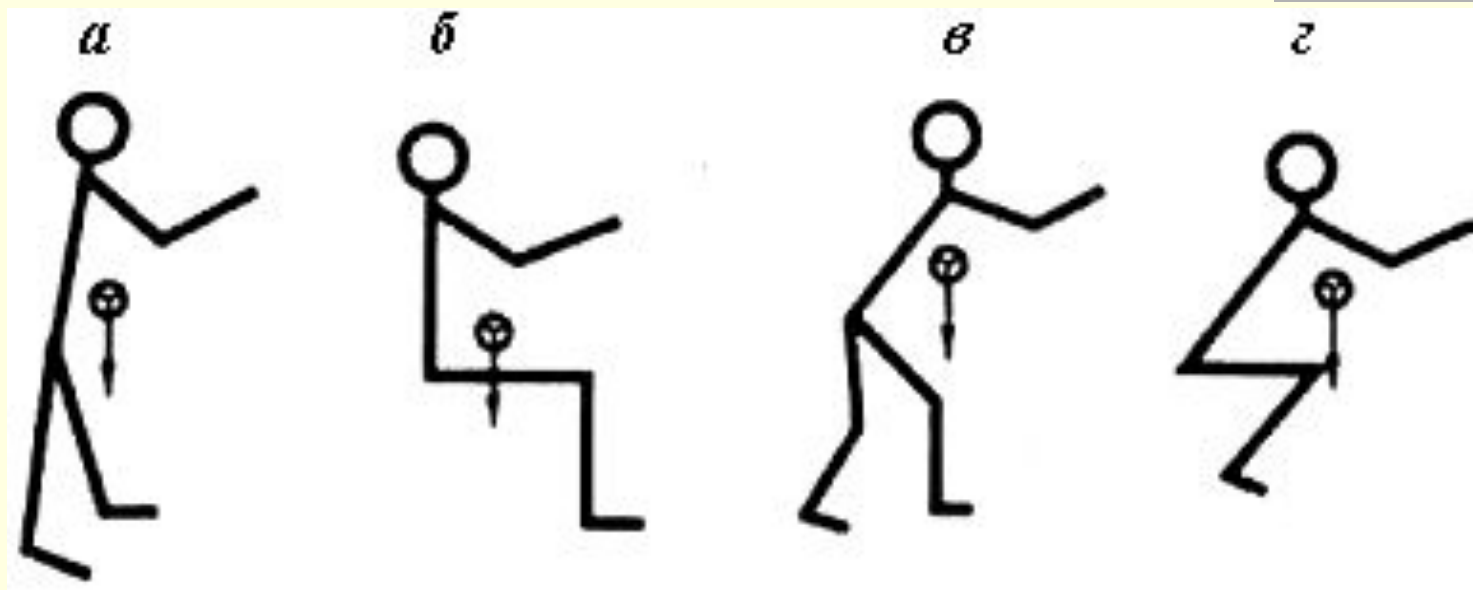
Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора при организации работы.

Сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные.

Комм: Сиденье, удовлетворяющее человека среднего роста, может оказаться крайне неудобным для человека низкого или очень высокого.

Далее приведены некоторые общие рекомендации по рациональной организации рабочего места.

Схема биомеханического анализа рабочей позы



Позы:

Устойчивая (а, б) и неустойчивая (в, г);
а, в – стоя; б, г – сидя

Рабочая поза «стоя» требует больших энергетических затрат и менее устойчива из-за поднятого центра тяжести. Поэтому в этой позе быстрее наступает утомление.

Поза «сидя» имеет ряд преимуществ: резко уменьшается высота центра тяжести над точкой опоры, благодаря чему возрастает устойчивость тела, значительно сокращаются энергетические затраты организма для поддержания такой позы, вследствие этого она является менее утомительной.

Если в процессе работы действует небольшая группа мышц, то предпочтительнее поза «сидя», при работе большой группы мышц – поза «стоя».

Рабочая поза выбрана правильно, если проекция общего центра тяжести лежит в пределах площади опоры.

Всякая поза, проекция центра тяжести которой выходит за границы площади опоры, будет вызывать значительные мышечные усилия, т.е. статические напряжения.

Длительные статические напряжения мышц вызывают быстрое утомление, снижение работоспособности, что может привести к травматизму и профзаболеваниям, связанным с искривлением позвоночника, расширением вен и развитием плоскостопия.

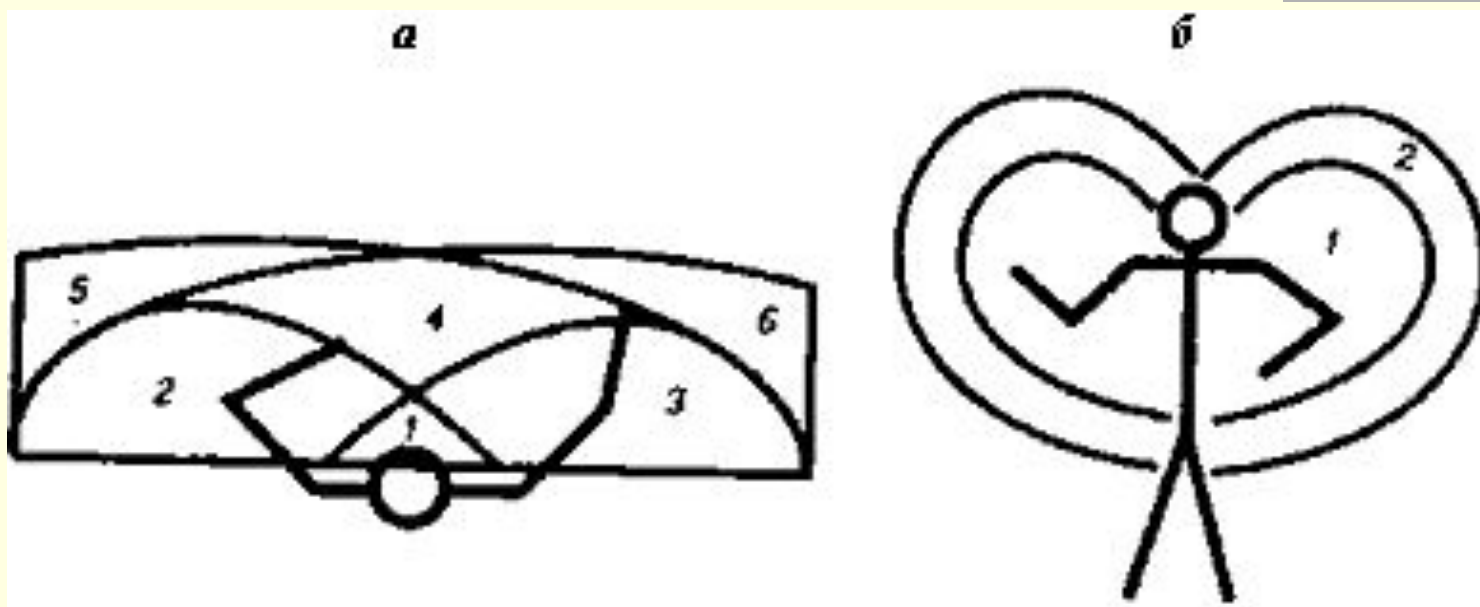
Пространство рабочего места

Пространство рабочего места, в котором осуществляются трудовые процессы, может быть разделено на рабочие зоны.

Правильное конструирование рабочих зон определяется соответствием их с оптимальным полем зрения рабочего и определяется дугами, которые может описать рука, поворачивающаяся в плече или в локте на уровне рабочей поверхности (т.е. должны учитываться динамические антропометрические характеристики).

Рабочую зону, удобную для действия обеих рук, нужно обязательно совмещать с зоной, удобной для охвата человеческим взором.

Структурная схема рабочих зон



Структурные схемы рабочих зон:

а – при позе «сидя» в горизонтальной плоскости;

б – при позе «стоя» в вертикальной плоскости.

При производственном процессе каждая зона может быть оценена следующим образом:

Зона 1 является самой благоприятной, поскольку она наиболее применима для точных и мелких сборочных работ, в ней работают обе руки и хорошо осуществляется зрительный контроль. В случае оперативной работы в этой зоне следует разместить органы управления и индикаторы, которыми оператору придется пользоваться наиболее часто, интенсивно и быстро.

Зоны 2 и 3 хорошо доступны для одной и мало доступны для другой руки, а зрительный контроль осложнен. В этих зонах удобно размещать инструменты и материалы, которые рабочий часто берет правой (левой) рукой, или органы управления, зрительный контроль за которыми не требуется постоянно.

Зона 4 (запасная) – труднодоступная зона. в ней могут быть размещены инструменты и материалы, которые не поместились в зонах 2 и 3.

Зона 5 (зона 6) доступна только для правой (левой) руки, и поэтому здесь можно разместить инструменты и материалы, которые употребляются изредка (например, измерительные инструменты), или органы управления, которыми пользуются «не глядя».

В соответствии с рабочими зонами и антропометрическими данными проектируются рабочие места в любом производственном процессе и любые машины и механизмы, обслуживаемые человеком.

3.3.2. Биофизическая совместимость

Биофизическая совместимость подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физическое состояние человека.

Биофизическая совместимость учитывает требования к микроклимату производственных помещений, виброакустическим характеристикам, освещенности, электромагнитным излучениям и другим физическим параметрам.

3.3.3. Энергетическая совместимость

Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений, то есть соответствия управляющего воздействия на оборудование биомеханическим возможностям человека.

В процессе управления человек обязательно должен прилагать некоторые усилия, так как отсутствие их (что может быть, например, при кнопочном управлении) дезориентирует человека, лишает его уверенности в правильности своих действий, а излишние усилия приводят к биомеханической перегрузке.

Пример?

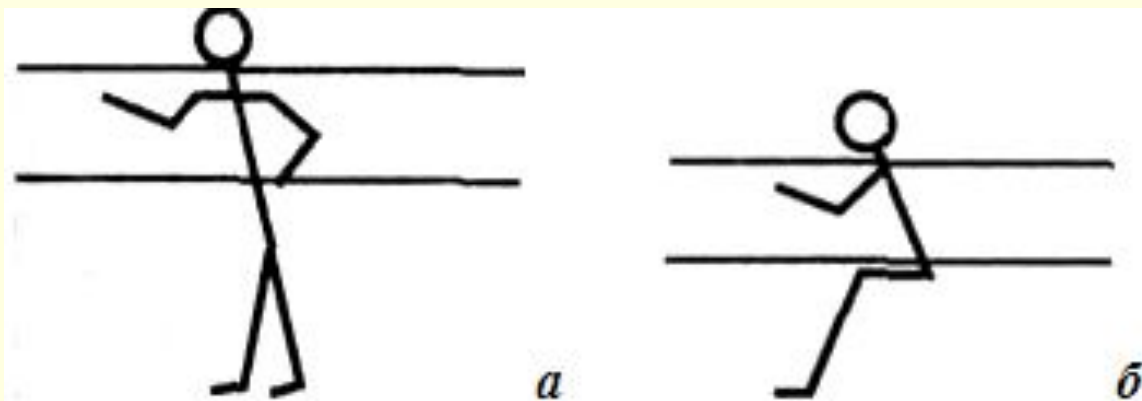
Форма и размеры органов управления должны быть согласованы с размерами и биомеханическими особенностями руки оператора.

Органы управления могут быть ручными и ножными.

Ножные органы управления используют тогда, когда требуются большие усилия и небольшая точность: включение — выключение, грубая регулировка напряжения или тока и т.п.

При ручном управлении максимальные усилия прилагаются к рычагам, которые захватываются стоящим оператором на уровне плеча, а сидящим — на уровне локтя.

Поэтому органы управления, которые используются наиболее часто, следует располагать на высоте между локтем и плечом.



Зона размещения органов управления:

а – поза «стоя»;

б – поза «сидя»

3.3.4. Информационная совместимость

В сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения: объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы.

Человек видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют средствами отображения информации (СОИ).

При необходимости работающий пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управления, в совокупности образующими сенсомоторное поле.

Часто причины человеческих ошибок кроются в конструктивных особенностях оборудования. Одна из них – недостаток информации о работе объекта.

Другая, не менее распространенная – избыточная информация, которую оператор не может переработать. Соответственно, он бессознательно отбрасывает какую-то ее часть, но именно она может оказаться самой важной.

В таком случае оператор строит неверный сценарий аварии и предпринимает неверные действия. Особенно часто это случается на ранних стадиях аварии.

Вот почему, например, системы безопасности ядерных реакторов проектируют так, чтобы в первые моменты после нештатных событий они действовали автоматически и не подчинялись командам человека. Это – пример реализации принципа «замены оператора».

Информационная совместимость предполагает соответствие информационной модели психофизиологическим возможностям человека: учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

3.3.5. Технико-эстетическая совместимость

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека процессом труда, общением с техникой, цветовым климатом. Поэтому для решения многочисленных технологических задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.



Диспетчерский пульт ГРЭС







Пульт управления АЭС

4. Природные аспекты БЖД

4.1. Биосфера и ее составляющие

4.1.1. Понятие биосферы

Земля – очень сложная неравновесная система, формирование которой происходило на протяжении порядка 4,5 млрд. лет.

Вся история Земли разделена на 5 геологических эпох. За это время сформировалась современная конфигурация материков и океанов, рельеф местности, гидрографическая сеть, климатический режим.

Биосфе́ра — оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «пленка жизни»; глобальная экосистема Земли.

Местоположение и границы биосферы

Биосфера располагается на пересечении верхней части литосферы, нижней части атмосферы и занимает всю гидросферу.

Верхняя граница в атмосфере: 15—20 км. Она определяется озоновым слоем, задерживающим коротковолновое УФ-излучение, губительное для живых организмов.

Нижняя граница в литосфере: 3,5—7,5 км. Она определяется температурой перехода воды в пар и температурой денатурации белков.

Нижняя граница в гидросфере: 10—11 км. Она определяется дном Мирового Океана, включая донные отложения.

Состав биосферы

Биосферу составляют следующие типы веществ:

Живое вещество — вся совокупность тел живых организмов, населяющих Землю. Масса живого вещества сравнительно мала и оценивается величиной $2,4-3,6 \times 10^{12}$ т (в сухом весе) и составляет менее 10^{-6} массы других оболочек Земли.

Но это одна из самых могущественных геохимических сил нашей планеты, поскольку живое вещество не просто населяет биосферу, а образует и преобразует облик Земли.

Живое вещество распределено в пределах биосферы очень неравномерно.

Биогенное вещество — вещество, создаваемое и перерабатываемое живым веществом.

На протяжении органической эволюции живые организмы тысячекратно пропустили через свои органы, ткани, клетки, кровь всю атмосферу, весь объём мирового океана, огромную массу минеральных веществ.

Эту геологическую роль живого вещества можно представить себе по месторождениям угля, нефти, карбонатных пород и т. д.

Косное вещество — Продукты, образующиеся без участия живых организмов.

Биокосное вещество, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамически равновесные системы тех и других. Таковы почва, ил, кора выветривания и т. д. Организмы в них играют ведущую роль.

Вещество, находящееся в радиоактивном распаде.

Рассеянные атомы, непрерывно создающиеся из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений.

Вещество космического происхождения.

Целостное учение о биосфере создал русский биогеохимик и философ В. И. Вернадский. Он впервые отвёл живым организмам роль главной преобразующей силы планеты Земля, учитывая их деятельность не только в настоящее время, но и в прошлом.

Пример 1

Современный состав атмосферы сформировался только благодаря жизнедеятельности растений и микроорганизмов. Первоначально в атмосфере Земли не было кислорода, ее основу составляли углекислый газ, сероводород, аммиак, метан.

Появившись в самом начале существования биосферы, фотосинтезирующие архебактерии вырабатывали кислород, что привело к так называемой кислородной катастрофе.

Поскольку подавляющая часть организмов того времени была анаэробной, неспособной существовать при значимых концентрациях кислорода, произошла глобальная смена сообществ: анаэробные сообщества сменились аэробными.

Пример 1 (окончание)

- В накопление молекулярного кислорода в атмосфере привело к формированию озонового экрана, существенно расширившего границы биосферы, привело к распространению более энергетически выгодного (по сравнению с анаэробным) кислородного дыхания.
- В результате кислородной катастрофы практически все метаморфические и осадочные породы, составляющие большую часть земной коры, являются окисленными.
- В результате изменения химического состава атмосферы изменилась ее химическая активность, резко уменьшился парниковый эффект, а как следствие — изменился глобальный климат: на Земле существенно похолодало.

Примеры 2 и 3

2. Образование почвы, которая содержит в себе запас органического углерода.
3. Ископаемые энергетические ресурсы: уголь, нефть, природный газ, которые формировались на протяжении десятков миллионов лет в результате отмирания органического вещества.

4.1.2. Взаимодействие и круговорот веществ и энергий.

Обновляясь, живое вещество планеты производит в течение года около 250 млрд. тонн биологической массы в сухом весе. Этот показатель называется продуктивностью биомассы.

В глобальных масштабах эта величина сравнительно невелика. Но она способна возобновляться из года в год.

За время существования живого вещества (более 3 млрд. лет) общая биомасса, выработанная живым веществом, в десятки и сотни раз превысила бы массу земной коры.

Живое вещество перемещает, «пропускает сквозь себя» огромные массы воды, горных пород, газов. Это постоянное перемещение веществ, а точнее, химических элементов и молекул, называется биохимическим круговоротом.

Наиболее активно вовлекается в него кислород, углерод (и их соединение — углекислый газ), азот, фосфор, сера, вода.

Биогеохимические круговороты действуют очень активно. Биомасса Земли пропускает через себя:

- всю воду Земли — за 2 млн. лет,
- весь кислород атмосферы — за 2 тыс. лет,
- углекислый газ из атмосферы — за 300 лет.

Движущей силой биогеохимического круговорота в биосфере является солнечная энергия.

Ее ежегодно на Землю поступает столько, что она во много раз превышает мощность любого другого источника энергии Земли.

Земные растения улавливают эту энергию в процессе фотосинтеза, но менее 1% от поступающей. Хотя и это количество очень велико.

Оно в 10 раз больше, чем энергия ядерных реакций в недрах планеты.

Конец лекции 5