

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Факультет социокультурных коммуникаций
Кафедра искусств и средового дизайна

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой искусств и
средового дизайна

И. Н. Духан
«18» декабря 2024г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета социокультурных
коммуникаций

А.В. Бурачонок
«27» декабря 2024г.
МП

Эргономика

Электронный учебно-методический комплекс
для специальности:

1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)»,

направление специальности:

1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»

Регистрационный № 2.4.2-24 / _573

Автор:

Чардымов А.И., старший преподаватель

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
16.01.2025 г., протокол № 6.

Минск 2025

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ.
Протокол № 6 от 16.01.2025 г.

Решение о депонировании вынес: Совет факультета социокультурных
коммуникаций.

Протокол № 5 от 27 декабря 2024г.

Автор :

Чардымов Александр Иванович, старший преподаватель, кафедра искусств
и средового дизайна, факультет социокультурных коммуникаций БГУ.

Рецензенты:

кафедра теории и истории дизайна Белорусской государственной академии
искусств (заведующий кафедрой Ленсу Я.Ю., доктор искусствоведения,
доцент);

Атрахович Е.И., заведующий кафедрой дизайна моды факультета
социокультурных коммуникаций Белорусского государственного университета,
кандидат искусствоведения, доцент.

Чардымов, А.И. Эргономика : электронный учебно-методический
комплекс для специальности 1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)» /
А.И. Чардымов ; БГУ, Фак. социокультурных коммуникаций, Каф. искусств и
средового дизайна. – Минск : БГУ, 2025. – 115 с. : табл. – Библиогр.: с. 111.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) способствует
формированию знаний, умений и навыков, необходимых для применения
эргономической информации для проектирования пространства для человека в
процессе деятельности дизайнера.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1. Теоретический раздел для 5 семестра обучения.	7
1.1.1. Введение в эргономику.....	7
1.1.2. Антропометрические характеристики человека.....	34
1.1.3. Биомеханические характеристики человека	42
1.1.4. Рабочие позы: стоя, сидя	52
1.1.5. Физиологические системы человека.....	58
1.2. Теоретический раздел для 6 семестра обучения	72
1.2.1. Использование в проектировании закономерностей восприятия ..	72
1.2.2. Психологические аспекты эргономичности.....	85
1.2.3. Закономерности деятельности их применение в проектировании	93
1.2.4. Роль эргономиста в процессе проектирования	99
1.2.5. Эргономика в архитектуре и дизайне помещений	100
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	108
2.1. Практический раздел для 5 семестра обучения.....	108
2.1.1. Тема «Введение в эргономику»	108
2.1.2. Тема «Цели эргономики»	108
2.1.3. Тема «Понятие и структура эргономических показателей».....	108
2.1.4. Тема «Антропометрические характеристики человека»	108
2.1.5. Тема «Антропометрические характеристики человека»	108
2.1.6. Тема «Опорно-мышечная система и движения».	109
2.1.7. Тема «Принципы экономии движений».	109
2.1.8. Тема «Физиологические системы человека»	109
2.2. Практический раздел для 6 семестра обучения.....	109
2.2.1. Тема «Эргономические аспекты: планировка кухни»	109
2.2.2. Тема «Эргономические аспекты: мебель, мебельная фурнитура»	109
2.2.3. Тема «Использование в проектировании свойств ощущений». 109	
2.2.4. Тема «Освещенность. Блескость»	110
2.2.5. Тема «Фигура и фон в восприятии».....	110
2.2.6. Тема «Психологические аспекты эргономичности»	110
2.2.7. Тема «Психические процессы в деятельности».....	110
2.2.8. Тема «Психические процессы в деятельности».....	110
2.2.9. Тема «Обратная связь в деятельности человека»	110
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	111
3.1. Теоретические вопросы к итоговому экзамену	111
3.2. Требования к курсовому проекту	112
4. Вспомогательный раздел.....	114

4.1. Рекомендуемая литература.....	114
4.2. Электронные ресурсы	114

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) предназначен для студентов дневной формы обучения специальности 1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направление специальности: 1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)». Содержание ЭУМК предусматривает развитие академических, социально-личностных и профессиональных компетенций студентов. Цель ЭУМК – предоставить студенту полный комплект учебно-методических материалов для аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины.

Дисциплина «Эргономика» относится к циклу специальных дисциплин, является дисциплиной государственного компонента. Студенты изучают её в двух учебных семестрах, поэтому теоретическая и практическая часть имеют соответствующие подразделы.

«Эргономика» является базовой дисциплиной, формирующей представления студентов о направленности и структуре профессиональной деятельности в области дизайна, дающей основы эргономического проектирования и закрепляющей ее в практических заданиях. Дисциплина направлена на формирование профессионального мышления дизайнера в контексте проектирования пространства для человека.

ЭУМК включает следующие разделы: теоретический, практический, вспомогательный, раздел контроля знаний и дополнительный. Теоретический раздел разделен на части согласно учебной программе по учебной дисциплине.

Цель дисциплины: Оказать влияние на формирование у студентов человеко-ориентированного проектировочного мышления.

Задачи дисциплины:

дать знания о свойствах человека, его возможностях и ограничениях;

трансляция накопленных знаний о свойствах систем «человек-машина» с оптимальным учетом человеческого фактора;

ознакомить с когнитивными процессами восприятия, мышления, декодирования, принятия решений, их реализации;

сформировать основы профессионального проектного мышления специалиста;

сформировать представления о существующих проблемах и методах их решения при формировании рабочего пространства с учетом возможностей и ограничений человека;

сформировать навыки в анализе и проектировании предметной среды с учетом возможностей и ограничений человека;

дать студентам основные знания о закономерностях в системе деятельности человека.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

цели, методы, структуру и статус эргономики;

место и задачи эргономики среди наук о человеке;

место эргономического проектирования в системном проектировании;
антропометрические, биомеханические, физиологические, сенсорные, психологические качества человека;
способы применения полученных знаний о человеке;
методы эргономической оценки результатов на каждом этапе проектирования;
уметь:
учитывать различные качества человека в процессе проектирования различных по функциональности объектов;
рассматривать и оценивать различные проектные варианты для достижения эффективности деятельности, безопасности и комфорта действующего человека;
владеть:
- методами выбора эргономических параметров средств отображения информации и органов управления;
- способами реализации эргономических требований при проектировании виртуальной среды;
- методами проведения эргономической экспертизы и оценки уровня эргономичности.
Дисциплина «Эргономика» является базой для дисциплин «Материаловедение и технологии», «Конструирование», «Дизайн-проектирование».

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Теоретический раздел для 5 семестра обучения.

1.1.1. Введение в эргономику

В начале было дело: люди что-то изготавливали в соответствии со своим пониманием и потребностями. Постепенно человечество приобретало и накапливало опыт изготовления различных орудий: люди подыскивали подходящие материалы, учились их обрабатывать; совершенствовали их форму, улучшая их эффективность, приспособлявая к себе и своим потребностям. При создании предметной среды люди вынуждены были учитывать свойства человека. Если каменное рубило, например, не соответствовало кисти человека, создатель неудачного орудия получал травму или погибал от голода. Деятельность создателя предмета была целостной: он задумывал новое изделие, воплощал свой замысел в жизнь, он же им и пользовался. Знания о том, каким должно быть хорошее рубило, как его сделать, накапливались в течение веков и передавались от одного поколения к другому.

Благодаря развитию естественных, а затем и технических наук в конце XIX века произошло резкое ускорение темпов развития техники. Новые предметы начали появляться все быстрее и быстрее, времени на устранение недостатков, как это было с каменным рубилом, уже не стало. Для того чтобы качественно и быстро проектировать новые виды предметов стала необходимой специализация: люди, создающие проекты, уже перестали их осуществлять, а лишь наблюдали или руководили изготовлением. Возникла необходимость обеспечения эффективной коммуникации между проектировщиком и изготовителем. Для того чтобы ликвидировать постоянно возникающие недоразумения между проектировщиком и строителем (исполнителем), был создана специальная знаковая система - чертёж.

Специализация проектировщиков создала возможность более быстрому накоплению новых знаний о том, как проектировать и производить предметы. Наличие общепризнанного проектного языка создало возможность появления специальных книг. Они делали знания одного опытного проектировщика более доступными для многих людей. Появилась возможность создания специальных учебных заведений.

В начале было дело... Накопление знаний о производстве происходило гораздо быстрее, чем накопление знаний о проектировании. Люди сначала делали новые самолеты, а потом учились летать на них - проблемы решали по мере их возникновения. Если в самолет мог поместиться только человек весом 53 кг. и ростом 1м. 50см., то искали пилота с таким ростом и весом. Возникавшие в результате неудачного проектирования проблемы пытались решать за счет отбора людей, обладающих необходимыми качествами. Так в начале XX века возникла область знаний, которую впоследствии назвали

коррективная эргономика. Психологи, физиологи и просто организаторы производства учились отбирать и учить рабочих, организовывать их труд.

Спустя несколько десятилетий, в середине XX века, стало ясно, что путь подбора человека к технике имеет свои ограничения. Постоянно возникали трудности с поиском необходимых людей. Приспособительных возможностей человека зачастую оказывалось недостаточно, чтобы хорошо летать на плохо спроектированном самолете.

Кроме этого, развитие техники достигло такого уровня, при котором ошибочное действие одного или нескольких людей могло привести к катастрофическим последствиям для сотен и тысяч людей. Резко увеличился риск возникновения техногенных, экологических катастроф. Для конструкторов человек был каким-то неудачным и досадным обстоятельством, которое иногда портило точно рассчитанную машину, создавало брак. Для организаторов производства человек оказывался «слабым звеном», которого стремились вытеснить из производства, потому что он что-то делал не точно, примерно, ошибался, уставал, волновался, был не в настроении и т.п. Эта позиция просуществовала несколько десятилетий и поддерживалась инженерными специалистами технократического направления. На волне бурно развивающейся микроэлектроники инженеры надеялись полностью и окончательно вытеснить человека из процесса производства: создавались гибкие автоматические линии производства, заводы-автоматы и т.п.

Однако оказалось, что наличие человека в полностью автоматизированных технических комплексах все же необходимо, потому что иногда возникают непредвиденные, непредусмотренные ситуации, которые ставят в тупик автоматику. Только человек, обладающий гибким, не алгоритмизированным, человеческим мышлением, способен найти выход из таких ситуаций, привести автоматический комплекс в рабочее состояние и обеспечить его функционирование. Зачастую оказывается экономически невыгодным создавать полностью автоматизированные системы - слишком много времени и ресурсов необходимо для этого и нет никакой гарантии, что система получится достаточно гибкой, чтобы справиться с множеством неожиданностей. Завод-автомат зачастую оказывался утопией.

Еще одним решением этой проблемы является профессиональное обучение. Во второй половине XX века это средство было опробовано, психологами и педагогами совместно с инженерами разрабатывались программы, внедрялись в практику новые методы и технические средства профессионального обучения. В этот период при разработке крупных технических систем стало необходимым параллельно разрабатывать не только саму систему, но и тренажерные комплексы для подготовки операторов, способных работать во вновь создаваемых технических системах.

Еще одним средством примирить человека и технику стала организация труда. В начале прошлого века Ф.У.Тейлор опубликовал книгу «Научная организация труда» [], в которой он провозгласил несколько принципов. Он утверждал, что работник на созданном рабочем месте не может организовать свой труд оптимальным образом. Научная организация труда – это обязанность

администрации заводов. В своей практической работе он разрабатывал режимы труда и отдыха рабочих для того, чтобы добиваться максимальной производительности их труда. Для организации труда широко использовались и новые системы оплаты труда. Применяя современные методы отбора рабочих, он начинал уже вторгаться и в проектирование рабочего места и процесса. Его практические разработки касались изменения инструмента, оснастки и технического оснащения рабочего места.

Следует отметить, что возможности адаптации человека не безграничны, к чему-то человек может приспособиться, а к чему-то и нет. С годами в условиях конкурентной экономики пришло понимание того, что возникающие ошибки человека зачастую обусловлены не случайными, спорадическими причинами. Некоторые возникающие проблемы невозможно было решать с помощью отбора персонала, его профессионального обучения и организацией труда. Пришло понимание того, что ошибки персонала и последующие аварии, выход за технологические параметры, производство бракованной продукции, низкая экономическая эффективность технических систем, определяются не случайным стечением обстоятельств, а закономерными факторами, связанными с конструкцией и функционированием машин. За неправильно спроектированную технику приходится слишком дорого платить и паллиативные средства типа отбора и обучения и организации труда могут лишь слегка сгладить неприятные последствия.

Выход из создавшегося положения виделся в том, чтобы не создавать проблем, т.е. проектировать предметы таким образом, чтобы они соответствовали возможностям и ограничениям человека. В связи с этим возник запрос к наукам, изучавшим человека. Знания о том, что может, и чего не может человек, накапливались в различных науках: физиологии, гигиене, медицине, психологии. Но науки развивались обособленно одна от другой, полученная информация в одной науке зачастую противоречила информации из другой области. Кроме этого информация была разрозненной по научным журналам и монографиям, не имела формы, пригодной для использования в проектировании самых различных предметов: начиная от чайника и кончая кабиной самолета. Кроме того, наука была достаточно сильно отделена от практики проектирования, создания реальных предметов окружающего нас мира.

В качестве ответа на запрос времени, в Лондоне в 50-х годах прошлого века ученые различных специальностей и проектировщики попытались создать новую дисциплину, которая получила название «эргономика». Такое название дисциплина получила от двух греческих корней: *ergon* - работа, *nomos* – закон. В других англоязычных странах она получила известность как *Industrial Engineering, Human Factors*. В Советском Союзе появился новый термин «человеческий фактор». Основатели поставили перед собой цель систематизировать знания о человеке, сделать их пригодными для проектирования высокоэффективных технических систем, которые были бы дружественными человеку, использовали бы его возможности и учитывали его ограничения, не наносили бы ущерб его здоровью, благополучию и развитию.

Основной целью новой дисциплины стало создание. Начала формироваться проективная эргономика.

1.1.1.1. История возникновения эргономики

Понятие о человеческих факторах такое же древнее, как и само человечество; фактически можно считать, что появление этого понятия отмечает начало человечества. Дарт пишет: «...задолго до того, как человек узнал, как изготавливать оружие и рабочие орудия из камня, он обнаружил другой и более живой материал для своих примитивных навыков». Первые рабочие орудия были, вероятно, изготовлены из остеодонтокератических материалов, а не из дерева и камня. Дело в том, что орудия из гальки, которые австралопитек выбирал, и совки, которые он изготавливал из берцовых костей антилопы, дают явные указания на специфические, разумные реакции на окружающую его среду. В своих взаимодействиях с деталями окружающей среды люди познали, что эффективность их деятельности может значительно возрасти даже при незначительных видоизменениях этих деталей. Улучшенные органы управления и индикаторы, или «ручки и шкалы», как их часто называют, — это современные примеры тех глубоких влияний, которые могут оказать даже относительно незначительные изменения в окружающей среде на деятельность человека.

Век ручных орудий

В ретроспективной оценке прогресс в Век ручных орудий был мучительно медленным. Это, возможно, было связано с тем, что ранние стоянки человека находились в благоприятных климатических условиях, требовали лишь простых укрытий и снабжали его относительно обильными запасами пищи. Поэтому перепрыгнем сразу через несколько временных эпох и рассмотрим период, который часто называют «Промышленная Революция». Кристенсен вслед за анонимным автором использует термин «революция», потому что в этом периоде ясно выявляются три различные фазы.

Первая фаза промышленной революции—Век машин — охватывает период приблизительно 120 лет с 1750 по 1870. Ламетри опубликовал свою полемическую книгу «Человек-машина» в 1748. Из описаний Ламетри следует извлечь по крайней мере два урока. Во-первых, сегодняшние люди так же чувствительны к тому, что их сравнивают с машинами, как это было и в эпоху Ламетри. Многие люди автоматически отгораживаются от тех, кто, например, пытается описать человека как звено системы управления с замкнутым контуром. Во-вторых, из позиции Ламетри следует, что можно многое узнать о поведении человека, если посмотреть, как работает машина в подобных условиях. Не объясняется ли, по крайней мере отчасти, возрождение интереса к когнитивному поведению появлением цифровых компьютеров? Люди бывают «внутри или вне» созданных ими систем, но они не находятся отдельно от них.

Век машин засвидетельствовал также блестящее изобретение в текстильной промышленности. В 1801 Жаккард применил перфокарты для программирования и управления работой ткацких станков. Несчастные случаи,

возникавшие часто при работе паровых машин, значительно сократились после того, как Уатт разработал свой центробежный регулятор. (Это изобретение отметило начало развития автоматики и кибернетики.)

Фиттс, описывая Хартию (1828) Института гражданского машиностроения, сообщает, что инженеры определили свою профессию как «искусство управлять крупными источниками энергии в природе в интересах нужд и удобства человека». Таким образом, даже в 1828 признавалось, что профессия инженера содержит существенный момент искусства. Однако мы решительно возражаем против того, чтобы природа рассматривалась просто как объект эксплуатации для «нужд и удобства человека».

Спустя 150 лет distinguished Броквэй Мак-Миллан, помощник командующего военно-воздушными силами по исследованиям и развитию, вновь подчеркнул значение творческого процесса в технике. Он говорил: «Деятельность инженера – это творческий процесс, для характерных элементов которого трудно подобрать соответствующие названия. Это, конечно, не те элементы, которые обычно включаются в учебные курсы по техническому обучению. Тем не менее пока инженер мастерски не овладеет этими типично творческими этапами, он не более заслуживает звания «инженер», чем штукатур заслуживает звание «архитектор».

Век энергии

Вторая фаза, «Энергетическая Революция», охватывает приблизительно следующие 75 лет (1870—1945) и характеризуется широким и разнообразным применением машинного оборудования с силовыми двигателями на транспорте, в промышленности и сельском хозяйстве. В течение этого периода приблизительно через каждые 30 лет в США происходило 10-кратное увеличение потребляемой мощности в расчете на одного человека. Пионеры в области машиностроения и психологии внесли свой вклад в виде работ, которые сегодня следовало бы отнести к человеческим факторам. Вспоминаются имена Фредерика У. Тэйлора, Джайлбертов, Мюнстерберга и Бинэ. Акцент ставился на адаптации людей к их работе, что вылилось в обширные исследования в области отбора, классификации, тренировки, разработки рабочих графиков и т. д. Работы Тэйлора по существу можно отнести к области «инженерии человеческих факторов». В качестве примера можно привести его эксперименты с лопатами различных размеров.

Именно в это время появилось также понятие «единственного наилучшего пути». Эта неудачная концепция продолжает существовать даже сегодня. Мы говорим «неудачная», потому что имеются безусловные свидетельства в пользу концепции индивидуальных различий. Хотя и может быть единственный путь, который лучше, чем любой другой, Этот путь из-за индивидуальных различий, существующих между людьми, не будет оптимальным для большинства занимающихся какой-то конкретной задачей. Норберт Винер несомненно имел в виду именно это, когда писал: «Это унижительно для человека соединять его с рукояткой и использовать его как источник энергии; но так же унижительно поручать ему на заводе монотонно повторяющиеся операции, выполнение которых требует от него менее чем миллионной доли его мозговых ресурсов.

Но проще создать завод и организовать каторжную работу, где возможности каждого отдельного человека используются лишь в очень небольшой части, чем создать мир, в котором человек мог бы полностью проявить свои способности».

В конце 1930-х в Кембриджском университете в Англии и в начале 1940-х и Школе авиационной медицины у ВВС США проводились исследования, которые сегодня были бы отнесены к области человеческих факторов. Однако в течение второй мировой войны, так же как и в первую мировую войну, акцент почти целиком делался на отборе, классификации и тренировке. Тем не менее, к концу второй мировой войны инженерия человеческих факторов (тогда обычно называвшаяся «инженерной психологией») начала вырисовываться как отдельная дисциплина. Это движение возглавляли такие деятели, как Барлетт, Дру и Крейг в Великобритании, а также Фиттс, Мак-Фарланд, Уильямс и Тэйлор в США. Имя Ломова (СССР) приобрело международное признание.

Инженерия начинает официально признавать расширение сферы своей ответственности. Американским институтом промышленных инженеров в 1961 было принято следующее официальное определение промышленной инженерии: «Промышленная инженерия имеет дело с проектированием, усовершенствованием и монтажом комплексных систем, в состав которых входят люди, материалы, оборудование и энергия. Она опирается на понятия и методы математических, физических и социальных наук вместе с принципами и методами инженерного анализа и проектирования для того, чтобы уточнять, предсказывать и оценивать результаты, которые могут быть получены с помощью таких систем».

При разработке современных систем в соответствии с этим определением особенно необходимо учитывать как физические, так и социальные науки. Фактически приведенное выше определение - неплохое определение системотехники.

Однако было бы ошибочным предполагать, что человеческие факторы сразу были признаны как нечто, вносящее значительный вклад в развитие систем. Первые инженеры и исследователи, специализирующиеся в этой области, могут засвидетельствовать замешательство, сомнения, скептицизм и даже насмешки, с которыми они иногда встречались, когда впервые намеревались организовать дискуссии по разработке систем. К чести руководства Министерства обороны (МО), именно оно первым активно поддержало профессию человеческих факторов. Даже сегодня многие отрасли промышленности еще не достигли той ступени развития, когда к результатам исследований в области человеческих факторов относятся с уважением и на которую МО поднялось еще поколение назад.

Некоторое отставание в признании человеческих факторов связано непосредственно с начальными этапами развития самой профессии. Когда специалистов по человеческим факторам приглашали принять участие в начальных этапах разработки систем, их методы и данные оказывались непригодными. Данные не были выражены в виде функций и их невозможно было соотнести с важнейшими системными критериями. Иногда специалисты

по человеческим факторам приглашались для рассмотрения проектов и макетов оборудования и систем, но это этап, на котором обычно уже слишком поздно вносить значительные изменения в концепцию или распределение деятельности. Специалистам по ЧФ дали прозвище специалисты по «кнопкам-шкалам», потому что это была единственная область, где они более всего могли проявить свои знания. Включаясь в процесс разработок на столь позднем этапе, они, за редким исключением, могли вносить лишь незначительные изменения в органы управлений и индикаторы. Это, к несчастью, все еще имеет место в промышленных отраслях, не относящихся к оборонной индустрии, хотя средства для осуществления раннего вмешательства у специалистов по человеческим факторам теперь, вероятно, не уступают тем, которыми располагают другие дисциплины (со всеми требующимися усовершенствованиями).

Конец второй мировой войны пришелся на третью фазу промышленной революции - фазу машин для умственного труда. Стал явным значительный прогресс и практическом использовании процесса деления ядра, космических исследований, автоматизации и, конечно, высокоскоростного цифрового компьютера. В сфере человеческих факторов поразительные достижения (или обещание больших достижений) были получены в таких областях, как искусственный интеллект, экспертные системы, вызванные потенциалы мозговой активности, прогнозирующие дисплеи и многое другое. В оборонных отраслях промышленности человеческие факторы распространились далеко за пределы разработок, связанных с дисплеями и системами управления, и вступили в область познания, включая участие в проектировании сложных командных, управляющих, коммуникационных и информационных центров.

Бесспорно, самым крупным достижением во всех этих системах является компьютер, поскольку он вторгается в сферу человеческого мышления, в которой находят место такие глубинные свойства, как творчество, суждение, эмоции, мотивация и т. д. Те, кто проектирует компьютеры, извлекают массу полезного при глубоком изучении центральной нервной системы, в то время как ученые, исследующие центральную нервную систему, стремятся извлечь пользу из знакомства с разработками компьютеров.

В 50-х годах XX века в Англии специалисты различного профиля для решения проблем проектирования решили создать новую дисциплину и назвали ее «эргономика». Подчеркивался при этом ее междисциплинарный характер.

1.1.1.2. Предмет и объект эргономики

Предметом эргономики является трудовая деятельность человека в процессе взаимодействия с техническими системами и в условиях существенного влияния на него факторов внешней среды. В эргономике один из научных подходов к пониманию деятельности базируется на том, что деятельность исходит из определенных мотивов и направлена на достижение определенных целей. Отношение «мотив — цель» — это своего рода вектор, задающий ее направленность и интенсивность. В общем смысле мотив - это то,

что побуждает человека к деятельности, а цель — то, чего он стремится достигнуть в процессе ее выполнения. Основой мотива является потребность человека, т. е. его объективная необходимость в пище, энергии, информации, движении. В потребностях заключены «пружины» человеческой деятельности, мотив — это форма субъективного отражения потребностей. Сформированный вектор «мотив — цель» реализуется в деятельности. Цель как бы связывает социально-психологические и процессуальные аспекты деятельности. Цель как регулятор деятельности — это идеальный, или мысленно представляемый, ее результат, т. е. то, чего еще реально нет, но что должно быть получено в итоге деятельности.

В эргономике упорядочены и последовательно определены, исходя из категории движения, семантические эквиваленты понятия «деятельность». Они образуют такой ряд:

активность как самодвижение;

жизнедеятельность как биологическая, белковая активность;

деятельность как целесообразная жизнедеятельность;

человеческая деятельность как сознательная деятельность;

трудовая деятельность, или труд, как производящая стоимость человеческая деятельность;

профессиональная деятельность, или профессиональный труд, как трудовая деятельность (труд), производящая стоимость в особой потребительной форме, требующая специальной квалификации;

операторская деятельность как профессиональная деятельность, технически оснащенная для дистанционного контроля и управления предметом, средствами труда и самим трудом.

Отсюда следует трактовка трудовой деятельности любой труд в условиях комплексной механизации и автоматизации является либо становится профессиональным трудом операторского типа.

Основным объектом эргономики является система «человек — техника — среда» (далее СЧТС). В инженерной психологии изучают систему «человек — машина», т. е. систему, состоящую из человека-оператора и машины, посредством которой оператор осуществляет трудовую деятельность; эргономика исследует еще и факторы внешней — физической, химической и социальной — среды, существенно влияющие на эффективность деятельности СЧТС. Под «человеком-оператором» в эргономике понимается человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой посредством информационной модели и органов управления. Информационная модель — это организованное в соответствии с определенной системой правил отображение состояний предмета труда, технических средств, внешней среды и способов воздействия на них. На основе восприятия информационной модели в сознании оператора формируется образ состояния управляемого объекта. Вся совокупность представлений человека-оператора о целях и задачах трудовой деятельности и состояниях предмета труда СЧМ, внешней среды и способах воздействия на них называется концептуальной моделью.

На прием и переработку информации человеком-оператором могут влиять такие факторы внешней (рабочей) среды, как температурные условия, шум и вибрация, освещенность, изменения внешнего давления, ускорения, изменения газового состава воздуха, электромагнитные излучения. Они могут резко изменять соматическое и психическое состояние работника, а следовательно снижать эффективность его деятельности вплоть до проявлений неадекватного поведения. Не менее важно и влияние социальной среды, в которой работает человек. Социальная среда действует на оператора через характер межличностных отношений в коллективе, группе, сплоченность персонала СЧТС.

Группу операторов СЧТС, т. е. команду, следует отличать от малой группы, представляющей собой объект исследований социальной психологии. Команда обычно хорошо организована и обладает высокой структурированностью поведения. Как правило, команда обладает жесткой структурой и организацией: члены команды имеют строго определенные обязанности, которые лишь в малой степени перекрываются; члены команды снабжены специальной инструкцией и осмысленно взаимодействуют с оборудованием, задачами и друг с другом.

Если же группа имеет свободную структуру и сеть коммуникаций, а обязанности выбираются членами группы, то деятельность группы зависит только от качества работы отдельных индивидов. Такую группу нельзя заранее снабдить специальной инструкцией, поскольку не известны характер труда и степень участия отдельных членов группы в выполнении общей задачи, и в результате можно ожидать временной дезадаптации операторов или даже полной дезадаптации. Эти процессы сопровождаются нарушениями в психической деятельности, вызванными возникновением и развитием «трудных» психических состояний: утомления, тревожности, психической напряженности, эмоционального стресса. Психические процессы, обеспечивающие прием, преобразование информации, выработку решения и выдачу информации (ощущения, восприятие, внимание, память, мышление, воображение и др.), нарушаются, в итоге центральное звено СЧТС — человек-оператор — утрачивает работоспособность, а вместе с ней эффективность и надежность. Предусмотреть и предупредить эти нарушения призвана эргономика.

1.1.1.3. Цели эргономики

Первой и главной целью эргономики является повышение эффективности СЧТС, под которой понимается способность СЧТС достигать поставленной цели в заданных условиях и с определенным качеством. Снижение эффективности СЧТС свидетельствует в первую очередь о том, что она не в полной мере выполняет свое назначение. В этом случае ее производительность и качество производимого продукта оказываются ниже расчетных, а материальные, энергетические и психические затраты на обеспечение ее функционирования — выше запланированных. Эффективность (Э) может быть представлена в виде отношения производительности в единицах продукта

СЧТС, умноженной на качество продукта к материальным, временным, энергетическим и психическим затратам

Эффективность СЧТС невозможна без высокой работоспособности и надежности человека-оператора, которые строго определены в эргономике и за обеспечение которых несет ответственность эргономист. Работоспособность — это свойство человека-оператора, определяемое состоянием физиологических и психических функций и характеризующее его способность выполнять определенную деятельность с требуемым качеством и в течение требуемого интервала времени. Надежность — это свойство, характеризующее способность человека-оператора безотказно выполнять деятельность в течение определенного интервала времени при заданных условиях.

Эргономист должен поддерживать трудовые затраты человека-оператора при взаимодействии с технической системой на таком уровне, который позволял бы обеспечить оптимальные работоспособность и надежность оператора. В одних случаях эти трудовые затраты необходимо понижать за счет специального проектирования деятельности оператора, в других, наоборот, повышать их, чтобы поддержать готовность безошибочного и мгновенного реагирования на аварийные ситуации.

Например, использование ЭВМ и робототехники значительно увеличивает эффективность трудовой деятельности, но может и резко повысить психофизические затраты работника в случае пренебрежения эргономическими анализом и проектированием рабочего места оператора, параметров дисплея. Известно, что уже через 15 мин работы на видеотерминале у человека-оператора наблюдается расстройство цветового зрения, появляются признаки утомления глаз. Необходимо учитывать, что он делает от 12 до 33 тыс. движений головой и глазами в течение рабочей смены, считывая при этом от 8 до 18 тыс. знаков в час. Большие трудовые затраты оператора снижают через некоторое время качество и производительность его работы, т. е. эффективность всей системы. Целью эргономики является не только уменьшение трудовых затрат оператора, но и в первую очередь повышение производительности и качества труда за счет оптимизации его деятельности, совершенствования средств отображения информации, органов управления.

Безопасность труда является второй целью эргономики. По трудовому праву охрана труда гарантирована совокупностью правовых норм, устанавливающих систему мероприятий, непосредственно направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда. К системе техники безопасности относятся службы техники безопасности и производственной санитарии во всех отраслях народного хозяйства. Надзор и контроль за соблюдением правил по охране труда осуществляют специально уполномоченные государственные органы: Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госсаннадзор и др. Кроме них эту работу ведут профсоюзы и состоящая в их ведении техническая инспекция труда, Советы народных депутатов, прокуратура. Служба надзора и контроля опирается на научно обоснованные, проверенные опытом технические требования, которые безусловно обеспечивают безопасность труда работников.

В последние годы распределение причин несчастных случаев в промышленности изменилось. Так, среди причин тяжелых несчастных случаев 22% приходится на нарушения технологического процесса самими работниками, 19% — на грубое нарушение правил техники безопасности пострадавшим, 16% — на плохую организацию рабочего места, 7% — на неисправность оборудования и 4,3% — на плохую обученность. Субъективные причины травматизма в промышленности (ошибки человека) начали доминировать над объективными (неисправности техники).

Деятельность человека-оператора стала столь сложна, что именно в ее организации и исполнении оказались сконцентрированными основные причины опасных ошибок, приводящих к травме. Во многих случаях действия человека-оператора являются опасными из-за невозможности их правильного и своевременного выполнения, из-за того что при проектировании технических устройств не учитывался человеческий фактор.

Деятельность человека в СЧТС является таким же предметом изучения и проектирования, как и ее техническая часть. Эргономист должен принимать во внимание: возможности психических процессов человека по приему, переработке информации и принятию правильного решения в конкретных условиях функционирования СЧТС; психические свойства и особенности оператора, проявляющиеся в склонности к более или менее рискованному поведению; его способность работать в состояниях утомления, эмоционального стресса, психической напряженности, монотонии и т. д.

Актуальность проблем безопасности среды, наверное, невозможно переоценить. По данным, которые приводит Папанек, в США ежегодно только из-за домашних бытовых приборов происходит 250 тысяч увечий и смертей в год. Ниже мы приводим список наиболее частых причин несчастных случаев, который может оказаться полезным при проектировании предметной среды для человека.

Возможность оступиться или споткнуться. Эта опасность вызывается размещением предметов на пути движения людей. Опасность увеличивается, если площадь плохо освещена, если люди должны проходить по ней быстро или переносить какие-либо грузы.

Возможность поскользнуться. Полированные поверхности, а также поверхности, которые могут стать скользкими при увлажнении, каплей масла, могут привести к тяжелейшим травмам. Например, человек выходит из подъезда, на полированном бетонном крыльце, покрытом инеем, поскользывается, падает и ломает шейку бедра. Близкие должны его переверачивать в постели, выносить нечистоты и т.п. Пожилые люди после такой травмы, как правило, уже не встают на собственные ноги. Дизайнер должен сильно подумать прежде, чем сделать полированный пол.

Возможность удариться головой. Такая опасность возникает при низких потолках или наличии низко свисающих предметов. В минских маршрутках иногда можно увидеть надпись в салоне: «Место для удара головой». Лучше бы конструктор этой Газели ударился головой!

Возможность удариться об острые края или выступы. Оборудование не должно иметь острых краев или выступов, если существует вероятность зацепиться за них во время движения. Если нельзя избавиться от выступающих частей и скруглить острые углы и края, да простят меня эстеты, их нужно обшивать мягкими материалами.

Возможность зацепиться. Что может произойти и, вероятно, происходит в такой ситуации, когда человек несет кипяток, а рядом годовалый ребенок. Автора настоящего пособия можно обвинить в том, что он фантазирует, «накручивает», причем в сторону фатализма. Не могу с этим согласиться, так как это чистой воды детерминизм, имеющий вероятностный характер.

Электрический удар. Замыкание незаизолированных проводов может вызвать ожоги, спазмы сердечной мышцы и даже смерть. Особое внимание следует обращать на возможность попадания жидкостей на проводку. Нужно учитывать, что даже легкий удар электрическим током может вызвать у человека непроизвольную реакцию, которая может привести к серьезной травме.

Возможность заземления. Возможно заземление конечностей, повреждение суставов при изменении положения предметов или их частей в пространстве. Эти изменения могут быть ограничены (например, конструкцией: движение выдвижного ящика или поворот двери) или не ограничены (падение предмета под воздействие силы тяжести).

Возможность падения. В случае имеющейся вероятности потери равновесия, необходимо предусматривать поручни, перила, ремни и т.п.

Перегрузки. Интенсивность ускорения, торможения, ударов и вибрации не должна превышать пределов, переносимых человеком. Сиденья должны обеспечивать равномерное распределение давления, с помощью ограничителей необходимо стабилизировать положение тела человека в пространстве. Следует употреблять энергопоглощающие материалы для уменьшения передачи энергии ударов и вибрации.

Шум. Должны быть предусмотрены меры, предотвращающие неожиданное оглушение человека. Следует также иметь в виду, что в ситуации повышенного шума человек может не услышать сигнала, направленного для его собственной безопасности. Кроме этого шум снижает бдительность человека.

Яркий свет. Следует принимать во внимание изменения в окружающей человека среде, которые могут привести к временному ослеплению человека. В последующий период человек не может адекватно воспринимать зрительные сигналы, не может делать точно координированных движений, что может привести к тяжелым техногенным катастрофам.

Ядовитые вещества. Существующая вероятность контакта отравляющих веществ с человеком может стать действительностью с непредсказуемыми последствиями. Советская промышленность очень долго выпускала концентрированную уксусную кислоту, которая продавалась в розничной торговле для бытовых нужд. Никто не знает цифры, сколько детей пострадало от ожогов пищевода.

Атмосфера и давление. Приближение к предельным значения по состоянию вдыхаемого воздуха и его давлению резко снижают эффективность действий и восприятия человека.

Термические травмы. Слишком горячее или холодное оборудование, вещество на рабочем месте таят в себе потенциальную опасность. Пот на руках может оказаться причиной несчастного случая. При окоченении рук от холода человек может выронить инструмент или деталь. Защита от ожогов в результате соприкосновения с горячим металлом, стеклом, жидкостями, паром, воздухом или кислотами должна предусматриваться при конструировании оборудования, бытовых приборов и планировании рабочих мест.

Физическое напряжение. При большой физической нагрузке или при поднятии чересчур тяжелых предметов человек может надорваться или уронить тяжелый предмет на ноги.

Взрыв и пожар. Эти опасности являются наиболее общими и распространенными, и тем не менее многие конструкторы уделяют слишком мало внимания мерам их предупреждения и возможным действиям людей, оказавшихся в этой ситуации. Прочтите книгу Черкашина Н. об аварии на советской подводной лодке, чтобы понять, насколько актуальны эти проблемы в создании искусственной для человека среды.

В процессе разработки предметной среды необходимо представлять систему в ее различных положениях, в процессе динамических преобразований. Дверки шкафчиков могут открываться иногда под действием сил, которые человек не контролирует. Если дверка открывается вниз, то она может ударить человека по конечности, по голове. Опасность могут представлять движущиеся предметы или способные двигаться. Например, футбольные ворота могут стать причиной травмы - достаточно какому-то подростку покачаться на верхней перекладине и они могут упасть на него, причинив очень серьезные повреждения.

Третьей целью эргономики является достижение функционального комфорта человека-оператора в СЧТС. Создание комфортной рабочей среды – это важный аспект повышения производительности СЧТС. Вопросы комфорта в основном затрагивают организм человека, присущие ему физиологические и сенсорные системы. Задача эргономиста заключается в том, чтобы обеспечить такие условия внешней среды, при которых организм человека будет находиться в оптимальном состоянии для выполнения необходимых функций в системе. В данной формулировке следует обратить внимание на термин «функциональный».

В связи с этим эргономисты изучают факторы, воздействующие на возникновение функционального состояния человека, на его динамику, разрабатывают мероприятия, направленные на поддержание работоспособности человека в системе. Отдельной проблематикой рассматриваются вопросы возникновения стресса, его влияние на рабочие характеристики системы, разработка мероприятий снижающих уровень негативного воздействия на человека.

Кроме обозначенных аспектов для комфортной работы человека в системе имеет смысл обратить внимание на социальный комфорт, который включает в себя условия, способствующие взаимоотношению с коллегами, а также существование личного пространства и приватности.

Четвертой целью эргономики является обеспечение условий для развития личности трудящегося в процессе труда. Основным путем ее достижения служит постепенное органическое соединение физического и умственного труда в производственной деятельности. Оно включает:

последовательное повышение содержательности труда всех профилей, повышение его интеллектуальной насыщенности на основе достижений научно-технической революции, ускорение производственного и научно-технического потенциала страны;

неуклонное повышение общеобразовательной и профессиональной подготовки всех тружеников социалистического общества при опережающем сегодняшние потребности народного хозяйства ее развитии;

вовлечение всех трудящихся с учетом их знаний, интересов и склонностей в управление производством, общественными и государственными делами; создание оптимальных условий для сочетания профессионального труда с техническим творчеством в производственной и непроизводственной обстановке.

На достижение этой цели существенно влияет автоматизация производства — генеральная линия научно-технической революции. Чтобы избежать отрицательных социально-психологических и экономических последствий СЧТС, необходимо повышать объем интеллектуальных, творческих операций при работе на ЭВМ, станках с числовым программным управлением, в гибких производственных системах и т. п. в результате целенаправленной деятельности конструкторов и эргономистов. Последние должны исходить из того, что продуктом СЧТС являются не только детали и расчеты, но и сам человек-оператор, растущий и совершенствующийся в процессе труда. Целью СЧТС является не только производимая ею продукция, но и качества производящего ее человека.

При распределении функций между человеком и технической частью СЧТС ее создатели должны основываться на необходимости «задействовать» высшие психические функции оператора — мышление, память, внимание; его нравственные качества — ответственность, решительность, добросовестность, честность, мужество и др., которые появляются, сохраняются и развиваются только в случае систематического их применения как средств труда. Улучшение или ухудшение качества кадров в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте прямо зависит от уровня требований к интеллектуальной и психологической подготовке операторов СЧТС. Трудности внедрения роботизированных комплексов, автоматических систем управления не в последнюю очередь связаны с неприятием их обслуживающим персоналом, который параметрами оборудования и содержанием технологического процесса обрекается на выполнение вспомогательных операций, базирующихся на простейших психических реакциях. Человек во

многих таких системах не может реализовать свои возможности, достоинства, не видит перспективы своего роста. Истории известно немало примеров, когда обращение к человеческому фактору приводило к поразительному скачку эффективности труда в промышленности. Так, в 1935г. шахтеры А. Стаханов, Н. Изотов, Ф. Артюхов перекрывали норму добычи угля в 15—20 раз. Фрезеровщик И. Гудов перевыполнял норму в 14 раз. Кузнец А. Бусыгин изготавливал коленчатый вал за 30с, тогда как в США на эту операцию требовалось 36с, и т. д. Следовательно, ориентация эргономистов, проектировщиков СЧТС на человека-оператора, развитого в интеллектуальном, нравственном, волевом отношениях, может стать фактором определенных экономических достижений.

1.1.1.4. Задачи эргономики

Рассмотренные выше цели эргономики определяют ее теоретические задачи.

Разработка теоретических основ проектирования деятельности человека-оператора с учетом специфики эксплуатации им технических систем и окружающей среды. На этапе становления эргономики в ней преобладали аналитические исследования, оценивавшие те или иные отдельно взятые технические устройства (и их элементы) с точки зрения их соответствия также отдельно взятым психологическим характеристикам человека. Реальная деятельность человека-оператора в этих исследованиях редуцировалась к элементарным реакциям, поэтому накопленные данные имеют ограниченное значение. Позднее выяснилось, что на скорость обработки информации человеком влияют уровень его работоспособности, состояние, степень его тренированности, особенности мотивации и др. Это определило развитие «антропоцентрического подхода», т. е. подхода от человека к машине. Главным звеном при таком подходе становится проектирование деятельности человека-оператора. Проект деятельности выступает как основа решения всех других задач, связанных с разработкой системы «человек — техника — среда»: от общей задачи определения ее принципиальной схемы до конкретных частных задач — выбора типа органов управления, оформления панелей и шкал приборов и т. п. В результате не человек рассматривается как простое звено, включенное в техническую систему, а машина — как звено, включенное в деятельность человека, пользуясь которым оператор решает поставленные перед ним задачи.

Исследование закономерностей взаимодействия человека с техническими системами и окружающей средой, определяющих качество его деятельности. Единой теоретико-методологической концепцией инженерной психологии и эргономики является концепция человека-оператора, которая реализуется в виде изучения закономерностей осуществления всех нервно-психических процессов в системе мозга как информационных.

В настоящее время изучены механизмы включения всех частных информационных процессов в единую систему общего информационного процесса. Эмпирическим основанием «гипотезы включения»,

сформулированной А. А. Крыловым, послужили закономерности изменения времени, нужного для выполнения действий типа простой сенсомоторной реакции, в зависимости от временного интервала между сигналами. Примером эмпирической закономерности служит также «закон независимости», согласно которому вероятность точного слежения за многомерным стимулом равна произведению вероятностей точного слежения за каждым из его параметров. Отсюда следует, что реакции на каждый из параметров не зависят друг от друга. Однако в ходе решения задачи и по мере тренировки наблюдаются все большие отклонения от этого закона и субъект начинает отвечать на многомерный стимул единым координированным движением.

Исследователями установлено более 70 эмпирических закономерностей восприятия и переработки информации, выражающихся в различного рода зависимостях, например зависимости получения и переработки информации человеком — от ее количества; зависимости критической частоты слияния мельканий — от яркости знака, его конфигурации и угловых размеров и др. Задача эргономистов на современном этапе состоит в систематизации этих закономерностей.

3. Формулирование принципов создания СЧТС и алгоритмов деятельности в ней человека-оператора. К числу общих принципов относятся следующие принципы:

системной эргономичности которая состоит в том, что эргономическое проектирование должно быть нацелено на достижение наивысших показателей эффективности СЧТС при одновременном соблюдении допустимых или оптимальных условий деятельности человека по социальным, психологическим, физиологическим и медико-гигиеническим критериям;

адаптивной эргономичности, заключающейся в том, что по мере развития и совершенствования информационно-программно-технических средств СЧТС эргономические требования должны пересматриваться в направлении улучшения их от допустимых к оптимальным;

научной эргономичности, состоящей в том, что вопросы эргономического проектирования должны решаться на основе объективных количественных оценок, получаемых на начальных стадиях эргономического проектирования путем расчетно-аналитических, модельных и экспертных оценок, проверяемых опытно-экспериментальным путем на последующих стадиях;

информационной эргономичности СЧТС, требующей, чтобы информация об объекте, обслуживаемом СЧТС, не только была полной, достоверной, актуальной, т. е. соответствовала истинному состоянию объекта, но и представлялась в виде, удобном для принятия решения человеком;

программно-интеллектуальной эргономичности, обеспечивающей устойчивую тенденцию разумного освобождения человека от рутинных функций, т. е. монотонных, утомительных, нетворческих операций, и создания условий для максимальной реализации творческого потенциала человека, усиленного интеллектуальными возможностями программного обеспечения, что будет способствовать формированию и развитию личности оператора.

Эти общие принципы в совокупности представляют основу концепции эргономического проектирования. Конкретные принципы непосредственно связаны с работой человека-оператора. К ним относятся:

принцип соответствия функций, первое условие которого — родство однопорядковых элементов — оказывается несостоятельным, так как человек и технические звенья являются разнопорядковыми элементами; второе условие соответствия — общность свойств элементов и свойств системы — выполняется полностью, но только в том смысле, что и оператор, и технические устройства способны к осуществлению информационного процесса;

принцип актуализации функций, позволяющий рассматривать организацию СЧТС как непрерывный процесс становления функций, в котором система приобретает все новые свойства и все больше свойств становится функциями системы. Этот принцип справедлив для периода, когда обучение и тренировка оператора еще не закончены;

принцип сосредоточения функций, полностью проявляющийся в организации информационного процесса и в звене «человек — оператор», и в целом СЧТС. Этот принцип отражает иерархию процесса, зависимость осуществления функций более общего уровня от реализации функций менее общего уровня;

принцип лабильности функций, отражающий возможность перехода живой системы на качественно новый уровень за счет изменения отношения устойчивости структуры к подвижности функции. Этот принцип связан с изменением взаимодействия элементов информационного процесса в период обучения и тренировки оператора вследствие нахождения им новых способов решения оперативных задач;

принцип стабилизации функций, означающий, что все свойства информационной системы существуют в качестве функций, реализация которых упорядочена во времени и в пространстве;

принцип компенсации функций, обуславливающий возможность передачи функций вышедших из строя технических устройств и элементов СЧТС, неспособных к самовосстановлению, человеку;

принцип активизации информационных функций, означающий, что в СЧТС активизация информационных функций осуществляется за счет активного по своей природе поведения самого человека-оператора и за счет введения человеком определенных программ в информационный процесс технической подсистемы.

4. Выдвижение и проверка гипотез о перспективах развития труда человека и связанных с ним технических систем, факторов внешней среды. Известно, что автоматизация меняет взаимоотношения человека и техники в процессе трудовой деятельности. Человек, непосредственно осуществлявший раньше технологический процесс, становится его регулировщиком, наладчиком, программистом. В связи с этим повышаются требования к квалификации и интеллектуальной подготовке кадров; увеличивается доля высококвалифицированных рабочих и специалистов, занятых обслуживанием автоматической техники и технологии; растет производительность труда.

Высвобождающиеся трудовые ресурсы «перекачиваются» в другие сферы человеческой деятельности.

Например, по данным П. Мельникова, в США роботы могут выполнять 7 млн. видов рабочих операций, т. е. одну треть всех видов работ. В будущем автоматизация должна охватить 65- 75% рабочих мест на американских промышленных предприятиях. К началу XXI в. около 2 млн. американцев будут производить, контролировать и ремонтировать роботы, увеличится потребность в проектировщиках новой техники и особенно в составителях программ — понадобится 3,5 млн. программистов.

Общественная система позволяет избежать нежелательных последствий широкого использования электронно-вычислительной техники. Но для этого результаты от применения компьютеров необходимо соотносить с социально-ценностными ориентациями категорий работников и целями развития всей нашей общественной системы. Создание гибких автоматизированных производств должно планироваться с учетом не только технико-экономических параметров, но и эргономических критериев их социальной эффективности, той роли, которую они играют в возвышении труда, превращении его в важнейшую человеческую потребность.

Научно-техническая революция предопределяет как социально-экономические изменения, так и социально-психологические последствия, первые вестники которых наблюдаются специалистами уже сейчас. Автоматизация производства, устраняя тяжелый физический, малопродуктивный труд, замещает его подчас трудом с недопустимо высокими психофизиологическими и нервно-психическими затратами человека. Появились новые симптомокомплексы болезненных состояний операторов ЭВМ, АСУ, гибких производственных систем. На основании опыта работы с дисплейной аппаратурой Международное бюро труда при ООН установило длительность работы на видеотерминалах не более 4 ч в день при обязательном 15-минутном перерыве через каждые 90 мин.

Ученые высказывают мнение о том, что массовая компьютеризация обучения, труда и быта может изменить свойства интеллекта, сделать человека рациональнее, сузить его духовный мир, привести к переоценке нравственных ценностей. Но до сих пор не установлена точно возможность таких изменений в психологии человека, мера влияния на нее существующих моделей взаимодействия с компьютерами, отсутствуют рекомендации по проектированию деятельности человека в роботизированных системах.

Недостаточная эффективность эргономического прогнозирования приводит к тому, что упускаются из виду психологические проблемы, связанные как с организацией непосредственного взаимодействия человека с ЭВМ, так и с внедрением средств автоматизации в уже сложившиеся организационные структуры человеческой деятельности. Очевидна необходимость разработки специальных эргономических мероприятий по преодолению психологического барьера человека при общении с машиной, по улучшению профессиональной подготовки пользователей и по обеспечению их творческих потребностей.

Эргономические прогнозы и гипотезы должны также обеспечить подготовку СЧТС к деятельности в измененных условиях существования. С развитием авиации, освоением космоса и гидросферы, началом добычи полезных ископаемых в труднодоступных регионах планеты появились новые виды деятельности и усложнились традиционные профессии. Психологи изучают различные виды экстремальных воздействий на человека:

измененную афферентацию в космическом полете, полетах на самолетах, в условиях строгой сенсорной депривации, при погружении в воду и др.;

измененную информационную структуру в космических полетах и полетах на самолетах, при работе в шахтах, подземных бункерах, на различных специальных тренажерах;

социально-психологические ограничения при плавании на кораблях, работе в Арктике, полетах в космос;

угрозу жизни при парашютных прыжках, в космических полетах, при подводной работе и работе в полярных условиях и др.

Таким образом, эргономисты должны прогнозировать и решать множество проблем, связанных с научно-техническим прогрессом.

5. Создание методов исследования, проектирования и эксплуатации СЧТС, обеспечивающих ее безопасность, эффективность и удовлетворенность трудом работающего в ней человека. В настоящее время более 90% аварий СЧТС происходит вследствие ошибочных действий человека. Причиной этого является то, что совершенствование технического звена системы идет быстрее, чем решение вопросов, связанных с человеческим фактором. В то же время резервы той составляющей общей эффективности, которая определяется совершенствованием технических средств автоматизированных систем, уже значительно исчерпаны. Повышение же эффективности СЧТС за счет организации оптимального взаимодействия технического звена системы и человека-оператора, взаимодействия между отдельными операторами таит в себе существенные резервы.

Решение указанной задачи требует создания соответствующих методов, одним из которых является метод структурно-алгоритмического анализа и синтеза деятельности. Процедуру структурно-алгоритмического моделирования условно можно расчленить на три этапа.

Первый этап — структурный анализ. Основная цель его состоит в выделении по возможности непротиворечивым и удобным образом структурных уровней коллективной и индивидуальной деятельности, режимов работы и задач, решаемых оператором. Для этого проводятся операции по: 1) выделению круга обязанностей каждого из операторов, 2) выделению режимов работы, 3) выделению подмножеств задач для каждого режима и каждого оператора.

Второй этап — алгоритмизация. Основной его целью является получение в матричной и графической форме вероятностных алгоритмов для множества задач, предписываемых операторам. Процедура этапа состоит из следующих операций: 1) построения алгоритма задачи в форме графа Бержа, 2)

перечисления реализаций алгоритма, 3) взвешивания реализаций (построения вероятностного алгоритма), 4) нормирования графа алгоритма.

Третий этап — структурно-алгоритмический синтез. Основная цель его заключается в синтезе алгоритмических структур, образованных совокупностью 'последовательно выполняемых алгоритмов задачи. Соответственно осуществляются операции по:

- 1) синтезу структуры режима работы,
- 2) синтезу структуры индивидуальной деятельности,
- 3) синтезу структуры коллективной деятельности,
- 4) симметризации и ранжированию матриц, описывающих структуры деятельности.

Такое моделирование, развернутое для конкретной ситуации, позволяет интерпретировать в виде, удобном для инженерного решения, задачу компоновки оборудования на постах централизованного контроля и управления.

6. *Разработка специфических категорий эргономики, отражающих особенности ее предмета, содержания и метода.* Наличие предельно широких понятий, отображающих наиболее общие, существенные свойства, признаки, отношения предмета исследования, является обязательным условием существования любой области знания. Без них невозможны систематизация и классификация полученного материала. Из более чем 200 понятий, используемых в эргономике, согласованными и общепринятыми являются только 50 категорий. В эргономике разработка, обсуждение и принятие ее основных категорий осуществляются в форме создания государственного стандарта (ГОСТа). Стандартизация инженерно-психологических норм и требований является одним из наиболее эффективных путей внедрения достижений инженерной психологии в практику промышленного производства.

Анализ теоретико-методических и прикладных исследований по инженерной психологии и эргономике показывает, что в них особое внимание уделяется вопросам организации и методам проведения исследований, осуществления практических мероприятий, придания им юридического статуса и закрепления их основных положений в различного ранга документах государственного значения. О необходимости подобного подхода свидетельствуют не прекращающиеся до последнего времени дискуссии о том, что такое «эргономика» - наука или своеобразная технология применения полученных знаний, что такое «человек-оператор» и система «человек - техника». Сейчас разработаны единые нормативные документы, позволяющие упорядочить использование терминов и показателей качества в области эргономической оценки качества СЧТС в государственных и отраслевых стандартах, в межотраслевых методиках, в научной литературе и технической документации.

Основные понятия эргономики сосредоточены в ГОСТе 26387—84 «Система „человек — машина“. Термины и определения». Например, система «человек—машина» (СЧМ) по этому стандарту — система, состоящая из человека-оператора (группы операторов) и машины, посредством которой он

осуществляет (они осуществляют) трудовую деятельность. Человек-оператор (оператор) — человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой через посредство информационной модели и органов управления. Машиной в СЧМ называют совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности. Деятельность человека-оператора — процесс достижения поставленных СЧМ целей, состоящий из упорядоченной совокупности действий человека, и т. д.

Однако работа по стандартизации основных понятий эргономики, которая должна обеспечить создание требований по эргономическому проектированию деятельности операторов в СЧТС, пока еще далека от завершения.

7. Поиск, обнаружение и описание фактов, демонстрирующих связь качества труда человека с эргономическими параметрами технических систем и внешней среды. В результате исследований эргономистов накоплено большое количество сведений о психологических и психофизиологических характеристиках человека, на которых базируются инженерно-психологические требования к техническим устройствам, окружающей среде. Эти сведения организуются в виде различного рода «банков данных», предназначенных для специалистов, непосредственно занятых созданием СЧТС. В качестве примеров можно назвать справочник под редакцией Б. Ф. Ломова и справочник У. Вудсона и Д. Конновера. Справочники по эргономике и инженерной психологии содержат тщательно проверенные количественные показатели психофизиологических возможностей и особенностей человека и различные зависимости между ними, которые необходимо использовать в проектировании, создании и оценке машин, оборудования, производственной среды, систем управления, промышленных изделий.

1.1.1.5. Методы эргономики

Применяемые в эргономике методы сложились в психологии, физиологии, гигиене и охране труда, функциональной анатомии, социологии. Задачей эргономики является их координация на основе системного подхода. Среди психологических методов различают инженерно-психологические, психофизиологические и персонологические, математические методы и методы моделирования.

Инженерно-психологические методы предназначены для исследования рабочего процесса и работы оператора, функционирования СЧТС, оценки деятельности оператора, анализа его ошибок и факторов внешней среды, для проектирования деятельности.

Психофизиологические и персонологические методы позволяют исследовать организацию психофизиологических функций организма человека-оператора в процессе деятельности, оценивать и контролировать его функциональное состояние, работоспособность, надежность и эффективность деятельности, особенности "проявлений его личности и индивидуальности. С

помощью этих методов исследователи пытаются понять, каким образом мозгу удается скоординировать все сложнейшие процессы, лежащие в основе управляющих действий оператора и необходимые для поддержания его жизнедеятельности и развития личности.

Математические методы применяются для формализованного описания и построения моделей деятельности оператора. Наиболее часто для построения моделей применяют следующие теории: информации, массового обслуживания, автоматического управления, автоматов, статистических решений.

Методы моделирования включают предметное, предметно-математическое, знаковое и математическое моделирование. Например, предметное моделирование ведется на модели, воспроизводящей основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики «оригинала». Различают статические и функциональные макеты. Первые — это, как правило, трехмерные, выполненные в натуральную величину модели оборудования и его отдельных блоков, которые подвергают испытаниям: а) для решения задач организации рабочего места; б) для проверки размещения органов управления; в) для проверки точности и скорости считывания показаний приборов; г) для определения доступности точек проверки, испытаний, регулировки в процессе технического обслуживания оборудования. Функциональный макет представляет модель оборудования в натуральную величину, которая в отличие от статического макета может воспроизводить реальное функционирование аппаратуры в режимах ручного и автоматического управления. Он может быть использован для изучения трудовой деятельности оператора в имитированных условиях работы с целью сравнения альтернативных вариантов конструкции.

Идеи системного подхода как одной из ведущих современных общенаучных ориентации определяют многие исходные установки и теоретические положения эргономики. В их числе — стремление к целостному рассмотрению человеко-машинных систем, системно-динамический взгляд на их структуру, включение деятельности человека в предмет научного рассмотрения, тенденция к синтезу различных аспектов исследования, стремление выявить возможные последствия деятельности человека.

«Система» — слово греческое, буквально означает «целое, составленное из частей». Термин «системный подход» охватывает группу методов, с помощью которых реальный объект описывается как совокупность взаимодействующих компонентов. Под системой понимается такая организация, в которой отдельные элементы целенаправленно работают вместе, чтобы получить выходной эффект, который отдельный элемент сам по себе дать не может. Системная организация должна соответствовать следующим допущениям:

Система построена по принципу иерархии, т. е. система более низкого порядка встроена в систему более высокого порядка и т. д., и выходной эффект (отдача) системы более низкого порядка воспринимается системой более высокого порядка и преобразуется в процесс.

Система целенаправленна. В частности, системы, с которыми взаимодействует человек, целенаправленны, поскольку являются

конструкциями, т. е. искусственно созданы человеком. При этом цель служит отправной точкой для разработки СЧТС; цель определяет деятельность создателей и эксплуатационников СЧТС; цель позволяет «судить», правильно ли работает СЧТС.

Каждый элемент системы подчинен общей цели.

Каждый элемент системы оказывает влияние на все другие элементы.

Выходные эффекты отдельных элементов преобразуются в выходной эффект системы.

Измерение, оценка, обратная связь являются неотъемлемыми элементами системной организации.

1.1.1.6. Эргономическая оценка

Эргономическая оценка проводится в соответствии со структурной схемой приведенной ниже (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Прежде всего, анализируется соответствие изделия своему назначению. Предметом эргономической оценки являются простота, удобство, надежность и эффективность использования изделий в различных ситуациях потребления.

Полный цикл эргономической оценки включает три этапа, на которых ее осуществляют потребители, эргономисты, эксперты. Перед оценкой составляется перечень последовательности операций использования, который наряду с основными должен включать и менее значимые операции, а также учитывать возможность неправильных действий. Критерии оценки должны быть соотнесены не только с операциями использования изделия, но и с его транспортировкой, установкой, ремонтом, чисткой, хранением.

Оценка изделия экспертами проводится независимо от оценки его потребителями и требует от экспертов квалифицированного анализа. Эксперты определяют контрольный список оцениваемых параметров изделия, и определяет соотношение их значимости. По своей природе качественная оценка основывается на профессиональной квалификации и авторитете экспертов. Выражение в баллах качественной оценки не превращает ее в количественную.

**Таблица 1 – Структурная схема формирования целостной эргономической характеристики системы
"человек—машина"**

Эрго номиче ские свойст	Управляемость	Обслуживаемо сть	Освояемость	Обитаемость
----------------------------------	---------------	---------------------	-------------	-------------

Человеческие факторы в технике	Соответствие распределения функций между человеком (группой людей) и машиной оптимальной структуре их взаимодействия при достижении поставленных целей, при которых обеспечивается ведущая роль человека Соответствие конструкции машины (или отдельных ее элементов) и организации рабочего места оптимальной психофизиологической структуре и процессу деятельности в нормальных и аварийных условиях Соответствие содержания задаваемой машиной деятельности по управлению оптимальному уровню сложности и разнообразию действий человека Соответствие задаваемой машиной напряженности деятельности минимальной напряженности, при которой достигается наивысшая эффективность управления Соответствие задаваемых машиной требований к качеству деятельности по управлению оптимальным точностным, скоростным и надежностным возможностям	Соответствие конструкции машины (или отдельных ее элементов) оптимальной психофизиологической структуре и процессу деятельности по ее эксплуатации, обслуживанию и ремонту	Заложенные в машине и эксплуатационной документации возможности быстрого ее освоения (приобретения необходимых знаний, умений и навыков управления и обслуживания) Задаваемые машиной требования к уровню развития профессионально значимых психофизиологических и психологических функций человека для деятельности как в нормальных, так и в аварийных условиях Задаваемые машиной требования к характеру и степени группового взаимодействия при ее управлении Заложенные в машине	Соответствие условий функционирования машины биологически оптимальным параметрам рабочей среды, обеспечивающим человеку нормальное развитие, хорошее здоровье и высокую работоспособность Уменьшение или ликвидация вредных для природной среды условий функционирования машины
--------------------------------	--	---	---	---

Таблица 2 – Дисциплинарные характеристики эргономичности объектов

Базовый уровень — возможности и особенности	Социально-психологические	Психологическ е	Физиологические и психофизиологическ ие	Антропологическ ие	Гигиенические
Исходные характеристики	Соответствие конструкции машины и организации рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия Степень опосредования межличностных отношений	Соответствие машины возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики, закрепленным и вновь формируемым	Соответствие машины силовым, скоростным, энергетическим, зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека	Соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, распределению его веса	Освещенность, вентилируемость, температура, влажность, давление, напряженность магнитного и электрического полей, запыленность, радиация, токсичность, шум, вибрация, гравитационная перегрузка, невесомость

Признаками эргономического качества СЧТС являются ее высокая эффективность, полная безопасность взаимодействия человека-оператора с техническими устройствами, удовлетворенность человека содержанием, характером, результатами своего труда.

Эргономическую оценку СЧТС можно осуществлять дифференциальным методом, при котором используются отдельные эргономические показатели, или комплексным методом, при котором определяют один обобщенный эргономический показатель. Оценку составляет комплексный эргономический показатель I уровня, характеризующий определенную группу эргономических свойств оборудования, однородных по функциональному назначению:

- обеспеченность эффективности приема и переработки информации;
- обеспеченность эффективности действий при работе на оборудовании;
- уровни факторов, генерируемых оборудованием в рабочую зону.

Его дополняет комплексный эргономический показатель II уровня, характеризующий группу эргономических свойств оборудования, однородных по соответствию тем или иным свойствам человека в процессе трудовой деятельности, и образованный следующими групповыми показателями: антропометрическим, гигиеническим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим (см. Таблица 2).

Перечисленная группа показателей формирует состав эргономики.

Первый групповой показатель, антропометрический, регламентирует соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, подвижности частей тела и другим параметрам. Его единичные показатели обеспечивают рациональную и удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку рукояток, максимальные и оптимальные рабочие зоны рук и ног и т. д. Сведения, приводимые в антропометрических справочниках, могут служить лишь для первых, грубых прикидок габаритов проектируемого оборудования. Во всех случаях конструирования СЧТС необходимо прибегать к помощи специалиста, который знаком с измерениями частей тела, соматическими типами тела и художественным проектированием.

Второй эргономический групповой показатель характеризует гигиенические условия жизнедеятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с СЧТС. Он предполагает создание на рабочем месте нормальных метеорологических условий микроклимата и ограничение воздействия вредных факторов внешней среды. Групповой показатель составляют единичные показатели освещенности, вентилируемости, температуры, влажности, давления, запыленности, радиации, шума, вибрации, гравитационной перегрузки и ускорений, силы электромагнитных излучений.

В эргономике упорядочены основные термины, характеризующие внешнюю среду рабочего места человека-оператора. Под факторами внешней среды на рабочем месте понимаются физические, химические, биологические, информационные, социально-психологические и эстетические свойства СЧТС, воздействующие на человека-оператора. Эргономисты выделяют комфортную,

относительно дискомфортную, экстремальную и сверхэкстремальную внешние рабочие среды на рабочем: месте оператора.

Комфортная среда обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья.

Относительно дискомфортная среда, воздействуя в течение определенного интервала времени, обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека-оператора неприятные субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы.

Экстремальная рабочая среда обуславливает снижение работоспособности человека и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим нарушениям.

Сверхэкстремальная среда приводит к возникновению в организме человека патологических изменений и (или) к невозможности выполнения работы.

1.1.2. Антропометрические характеристики человека

Наиболее важными характеристиками человека, с которыми имеют дело дизайнеры, – это размеры человеческого тела. Неживой материи свойственна при некоторых условиях определенная стабильность свойств. Температура замерзания воды при нормальном давлении, теплопроводность свинца т.п. являются величинами постоянными. Фундаментальным свойством всех измерений человека является их вариативность. Например, рост человека изменяется в течение суток: утром рост взрослого человека на 3-4 сантиметра больше, чем вечером. Человечество эволюционирует, тела людей изменяются от поколения к поколению. Поэтому важны «свежие» данные. Качественные антропометрические данные обязательно включают дату проведения измерений.

Общеизвестно, что мужчины обычно выше женщин, а монголоидная раса ниже европеоидной. Если вы проектируете велосипед для белорусов, его размеры должны отличаться от велосипеда для китайцев. Размеры человеческого тела различаются в зависимости от возраста. Для того чтобы как-то упорядочить такую массу цифр, размеры тела, как правило, приводят раздельно по полу и возрасту.

Актуальность такого подхода очевидна, что можно продемонстрировать на юмористических рисунках (см. рисунок 1, Рисунок 2, Рисунок 3).

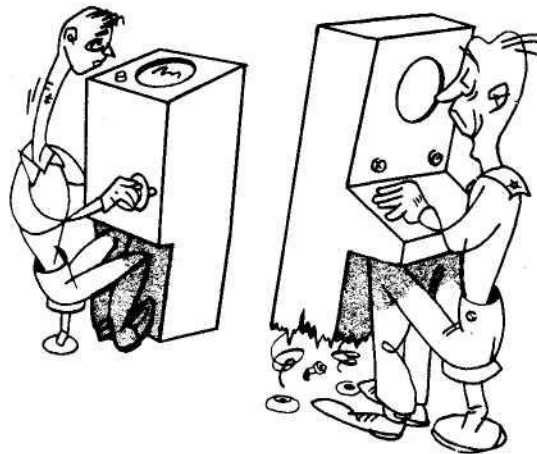


Рисунок 1 – Человек-оператор не может всюду втиснуть свои колени и удлинить свою шею!

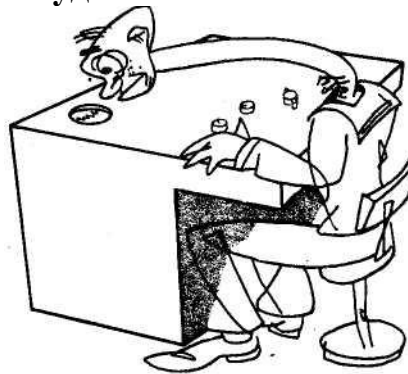


Рисунок 2 – Человек-оператор не может приблизить сидение к глазам!

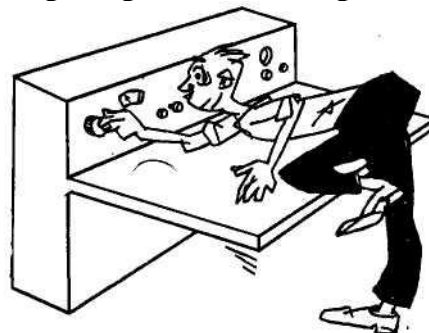


Рисунок 3 – Человек-оператор не может удлинить свои руки!

1.1.2.1. Статические и динамические антропометрические признаки

Обычно в справочниках указываются лишь основные размеры человеческого тела. Основные эргономические размеры тела условно разделяют на динамические и статические. Статические размеры определяются при стандартизированных, неподвижных позах (стоя и сидя). Изображения этих основных поз можно увидеть на рис. 2 и 3. Вот как описывается нормативная поза «сидя»: «Измеряемый сидит на специальном стуле с плоским горизонтальным сиденьем и высокой плоской спинкой. Корпус выпрямлен, голова фиксируется в глазнично-ушной горизонтали, руки лежат на бедрах, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом».

Статические размеры можно разделить на габаритные и размеры отдельных частей тела. Габаритные размеры – наибольшие размеры тела в

разных его положениях и плоскостях. Они могут использоваться для формирования габаритных размеров пространства, занимаемого телом человека, определения диапазона изменения в случае их регулировки. Приведем примеры габаритных размеров тела человека: высота верхушечной точки над полом (рост), наибольший поперечный диаметр тела, наибольший переднезадний диаметр туловища и др.

Кроме этого к статическим антропометрическим характеристикам относятся размеры отдельных частей тела: различают размеры конечностей и корпуса, размеры кисти, стопы и головы. Например, размеры головы могут быть полезны для проектировщиков шлемов или шляп. В некоторых случаях может понадобиться вес головы человека. Для получения таких показателей используют конвенциональные анатомические соглашения.

Динамические размеры тела человека – это размеры тела, которые изменяются при движении всего тела или его части. К динамическим размерам относят также величины, получаемые при измерении людей в различных рабочих, не стандартизированных положениях (стоя на коленях, лежа на животе). Они могут быть использованы при определении размеров моторного пространства, учитываемых при планировке и компоновке функциональных зон рабочего места. Приведем несколько примеров таких антропометрических признаков. Угловые характеристики подвижности суставов, сила воздействия на рычаги в различных пространственных положениях, зоны досягаемости конечностей. Пример подобной информации проиллюстрирован ниже на Рисунок 4.

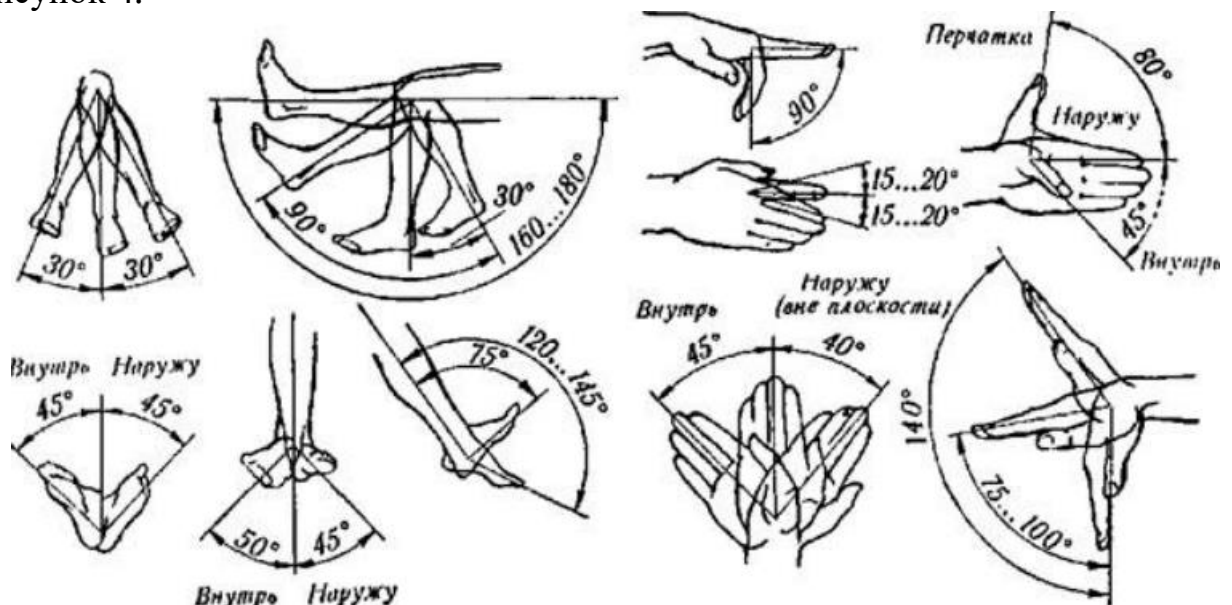


Рисунок 4 – Угловые характеристики подвижности суставов человека.

1.1.2.2. Распределение и перцентиль.

Картина усложняется, если речь идет не об одном человеке, а о группе людей, например, объединенных по этнотерриториальному признаку. Для того чтобы компактно представить размеры людей, используются таблицы

соответствующего вида см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** В этой таблице в первом столбике указан номер по порядку, который соответствует Рисунку 5. Во втором столбике указан пол измеряемых людей, так как приводятся отдельно размеры для мужчин и для женщин. В третьем столбце приводится математическое ожидание измеряемого признака, в четвертом – стандартное отклонение, в пятом – значение пятого перцентиля, в шестом – значение девяносто пятого перцентиля. Подобные таблицы можно найти в рекомендуемой основной литературе, в частности в справочнике Джулиус Панеро.

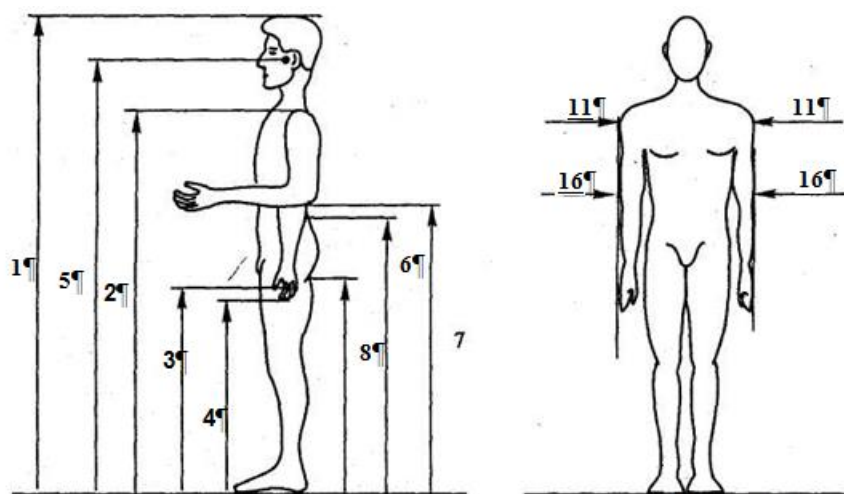


Рисунок 5 – Номера позиций, указанных в таблице ниже.

Таблица 3 – Эргономические размеры тела. Положение стоя

№ п/п	Размер тела	Пол	X	S	P5	P95
1	Высота над полом: верхушечной точки (рост)	м	175,6 9	5,62	166,4 4	184,9 4
		ж	163,6 9	5,74	154,2 4	173,1 3
2	плечевой точки	м	146,3 4	5,52	137,2 5	155,4 2
		ж	135,9 9	5,48	126,9 7	145,0 0
3	фаланговой точки	м	77,30	3,85	70,96	83,64
		ж	73,12	3,35	67,60	78,63
4	пальцевой III точки	м	66,81	3,68	50,75	72,87
		ж	63,47	3,20	58,21	68,73
5	глаз	м	163,7 4	5,53	154,6 5	172,8 4
		ж	152,5 5	5,65	143,2 5	161,8 4
6	линии талии	м	107,8 9	4,60	100,3 3	115,4 6
		ж	101,9 7	4,19	95,08	108,8 6
7	локтя	м	108,3 2	4,82	100,4 1	116,2 3
		ж	101,0 4	4,21	94,12	107,9 7
8	подъягодичной точки	м	80,74	4,12	73,96	87,52
		ж	74,89	4,19	67,99	81,97
9	Длина кисти	м	18,79	0,87	17,36	20,22
		ж	16,84	0,80	15,55	18,15
10	Длина стопы	м	26,61	1,18	24,67	28,55
		ж	23,92	1,05	22,19	25,64
11	Бидельтоидный диаметр	м	45,76	2,25	41,63	49,23
		ж	41,16	2,11	37,70	44,63
12	Вертикальная досягаемость рук	м	221,9 1	8,28	208,2 9	235,5 3
		ж	204,7 1	7,92	191,6 8	217,7 5
13	Размах рук	м	178,1 7	6,75	167,0 7	189,2 7
		ж	163,9 5	7,51	151,6 0	176,3 0

14	Размах рук, согнутых в локтях	м	93,48	3,68	87,42	99,54
		ж	87,01	3,80	80,76	93,26
15	Передняя досягаемость рук	м	84,90	4,00	78,32	91,48
		ж	78,94	3,77	72,74	85,14
16	Наибольший поперечный диаметр туловища	м	51,16		46,11	56,48
		ж	46,84	3,12	41,70	51,97
17	Наибольший переднезадний диаметр туловища	м	24,54	2,03	20,68	31,16
		ж	24,23	2,04	20,86	27,59

Ключевыми понятиями для понимания содержания вышеприведенной таблицы являются распределение и перцентиль. Например, среди мужчин-белорусов в возрасте от 25 до 30 лет могут встречаться люди с ростом от 145 см до 210 см. Понятно, что карлики или гиганты встречаются очень редко. Вероятность их обнаружения в выборке мала. Людей со средним ростом гораздо больше, они встречаются чаще.

Для характеристики роста мужчин в возрасте от 25 до 30 лет, воспользуемся графиком соответствующего распределения людей по росту. В этом графике должно быть указано, сколько процентов населения имеют рост 150 см, сколько процентов населения имеют рост 151см и таким образом вплоть до последнего максимального размера – 210см. В результате нашего исследования мы получим кривую, подобную кривой, изображенной на рис.

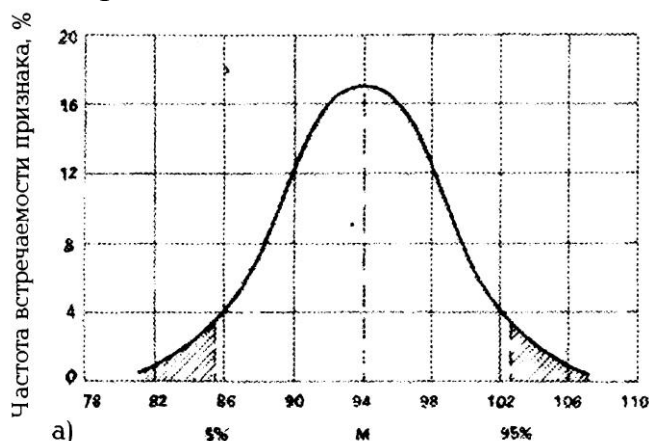


Рисунок 6 – Кривая нормального распределения признака.

Все это множество данных можно охарактеризовать с помощью одной цифры – математического ожидания (среднего арифметического). Именно она и приводится в третьем столбце с наименованием X. Таким образом, средний рост взрослых мужчин составляет 175,69 см, а средний рост женщин 163,69 см. Однако оценка распределения только с помощью среднего слишком груба, её явно недостаточно для проектирования. Если мы сделаем стул для человека со средним ростом, то он будет впору только для 10-15 % людей. Для

высокорослых он будет слишком низким, а для низкорослых слишком высоким.

Кривая на Рисунок 6 может быть более собранная или распластанная вдоль горизонтальной оси. Это характеризует степень разброса данного параметра в исследованной группе. Для того чтобы проектировщик получил представление о степени разброса распределения, в следующем столбце приводится показатель стандартного отклонения. Этот показатель характеризует степень рассеяния данного параметра вокруг математического ожидания антропометрического признака.

В проектировании обычно ставится задача создавать такие изделия, которые были пригодны для 95 % пользователей. Для того чтобы облегчить решение данной задачи, ученые-антропологи приводят в описываемой таблице два последних столбца с наименованиями P_5 и P_{95} .

Рисунок 7 показывает, что изменяется в поле зрения водителя в зависимости от его роста. Первая картинка (а) дает представление о том, что видит из кабины водитель, рост которого соответствует 5-му перцентилю, вторая картинка воспроизводит поле зрения водителя среднего роста и последняя картинка воспроизводит то, что видит водитель, рост которого следует отнести к 95-му перцентилю.

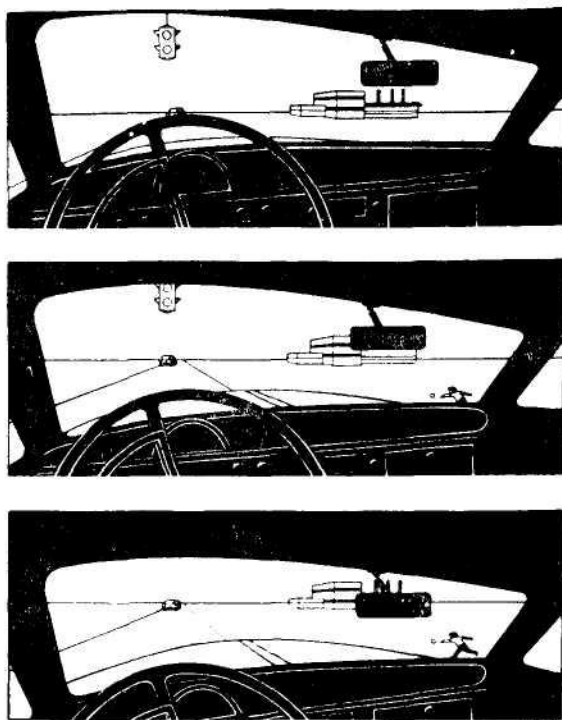


Рисунок 7 – Поле зрения из автомобиля в зависимости от расположения глаз трех разных водителей (5, 50 и 95-й перцентили по росту).

Из рисунка 6 видно, что водитель, рост которого соответствует 5-му перцентилю, хорошо видит висящий сверху светофор, но не видит выбегающего на дорогу ребенка, приближающаяся машина ему доступна только тогда, когда она вдалеке. Водитель, рост которого соответствует 95-му перцентилю, хорошо видит ребенка, но не видит светофора, приближающаяся машина ему хорошо видна. Водитель, рост которого соответствует 50-му

перцентиллю, видит и выбегающего на дорогу ребенка и машину, и светофор, висящий на дорогом.

1.1.2.3. Применение антропометрических данных.

Применять приводимые размеры нужно с учетом каждого конкретного случая. Например, высота проема в обычных жилых помещениях, стандартизирована и составляет 2,0 м. Это гораздо выше 95-го перцентиля у мужчин. Люди от такого запаса не страдают. Гораздо хуже было бы, если высота проема в квартире была меньше или равной 95-му перцентиллю. Стоит только высокому человеку встать на каблуки, надеть головной убор и такой проем может оказаться уже низким. Высота проема может определяться также эстетическими критериями и пропорциями, тем оборудованием или мебелью, которую нужно будет установить в комнате.

В случае проектирования сиденья его высоту нужно подбирать таким образом, чтобы она была не выше 5-го перцентиля для соответствующей выборки. В этом случае даже у самого низкого человека ноги будут иметь опору, а высокий человек вытянет ноги перед собой. Другими словами, применение приводимых размеров требует размышления и поправок на различные обстоятельства для каждого конкретного случая.

Кроме габаритных размеров у человека в проектировании бывают также полезными размеры отдельных частей тела. Если вам придется создавать дамскую шляпку, то потребуется изучать размеры женского черепа. Если вам придется создавать перчатки, то вам доведется узнать, насколько разнообразной бывает человеческая рука.

Для практического использования приведенных данных о досягаемости необходимо учитывать также некоторые обстоятельства. Размеры досягаемости изменяются в зависимости от размеров и положения тела. Величина досягаемости будет различна в случаях, когда оператору нужно только дотронуться до кнопки или когда требуется захватить рычаг. Она будет также различаться в случае, когда слесарю нужно закрутить гайку с помощью рожкового ключа или с помощью торцевого. Другими словами, для того чтобы корректно использовать приводимые антропометрические данные, необходимо учитывать обстоятельства стоящей перед человеком двигательной задачи.

Легкий наклон корпуса без напряжения до 2° – 10° вперед или в сторону может уменьшить расстояние до органов управления на 100–120 мм.

Небольшой шаг в сторону или перенос центра тяжести с одной ступни на другую позволяет уменьшить расстояние до боковых органов управления на 150 – 200 мм. Необходимо помнить, что всегда приводятся размеры для обнаженного тела, поэтому для реальности расчетов необходимо учитывать влияние одежды работающего человека. Изменение любого из этих факторов изменяет приводимые в таблицах цифры.

Антропометрические характеристики человека, о которых шла речь в данном разделе, в основе своей используют физическую редукцию человека. При таком подходе человек рассматривается как неодушевленный предмет, как

обычное физическое тело, у которого есть только линейные размеры, вес и форма, но нет физиологических систем, органов чувств, нет психики, культурных ценностей, оценок, мотивов и т.п. Приспособление предметной среды к так понимаемому человеку достаточно грубо и однобоко. Оно базируется лишь на одном из ракурсов, под которым рассматривается человек, что, однако, ни в коем случае не умаляет практического значения, которое имеет учет антропометрических характеристик в работе по формированию предметной среды.

В завершении этого раздела отметим одну теоретически важную деталь: антропометрические характеристики человека, о которых шла речь в этом разделе, в основе своей используют физическую редукцию человека. При таком подходе человек рассматривается как неодушевленный предмет наподобие булыжника как обычное физическое тело, у которого есть линейные размеры, вес и форма. В таком представлении у человека нет даже организма со всеми его свойствами, нет физиологических систем, органов чувств, нет психики, культурных ценностей, оценок, мотивов и т.п.

Биомеханические характеристики человека, о которых пойдет речь ниже, несколько расширяют эту редукцию: «физическое тело» может двигаться. Приспособление предметной среды к так понимаемому человеку достаточно грубо, конечно же, однобоко. Оно базируется лишь на одном из ракурсов, под которым рассматривается человек. Это замечание, однако, ни в коем случае не умаляет практического значения, которое имеет учет антропометрических характеристик в работе по формированию предметной среды.

1.1.3 Биомеханические характеристики человека

В дополнение к размерам тела особое значение для дизайнера имеет информация о движениях. Ведь реальный человек, который взаимодействует с предметной средой, подвижен, он действует в этой среде. В результате проведения эргономических исследований получено очень много информации о том, как человек двигается, какие движения ему проще и легче осуществлять, а какие сложнее.

Биомеханика описывает характеристики биологической системы, в данном случае человеческого тела, в терминах механики. Это определение указывает на цели данной научной дисциплины и присущие ей ограничения. В биомеханике используются главным образом данные как из антропометрии и анатомии, так и физиологии и ортопедии, а основные методы и методики исследования заимствуются из физики (механики), математики и компьютерных наук. Биомеханические исследования и прикладные работы представляют особый интерес для инженеров.

Истоки биомеханики восходят к середине 1600-х гг. Созданная тогда Альфонсом Джованни Борелли «биомеханическая модель» человеческого тела заменяла длинные кости прямыми звеньями, соединенными в местах сочленений-суставах тела; мышцы рассматривались как «двигатели», охватывающие одно или два сочленения тела и приводящие в движение

компоненты системы. Модель звено — сустав — мышца до сих пор лежит в основе современных подходов типа «человек, сделанный из палок». Около ста лет назад в Германии был опубликован ряд исследовательских работ, в которых обсуждались механические характеристики человеческого тела, такие, как масса, а также влияние внешних и внутренних сил. В дальнейшем механический анализ поведения человеческого тела очень помог при конструировании высокоскоростных самолетов, в освоении космоса, а также в исследованиях по обеспечению безопасности водителей автомобилей и в развитии спортивных наук.

Для характеристики компонентов тела используются следующие механические аналоги, представленные в

Таблица 4. Эти аналоги указывают на упрощения, часто допускаемые при биомеханическом моделировании.

Таблица 4 – Механические аналоги анатомических элементов, осуществляющих движение человека.

Анатомический элемент	Механические аналоги
Кости	Структурные члены, центральные оси,
Контуры	Поверхности геометрических тел.
Суставы	Несущие поверхности и сочленения
Суставная	Смазка
Мышцы	Моторы, амортизаторы или фиксаторы
Нервы	Схемы управления и обратной связи
Органы	Генераторы, потребители
Сухожилия	Тросы, передающие силы тяги
Ткань	Эластичные, несущие нагрузку

Биомеханика до сих пор является развивающейся научной и инженерной дисциплиной по сравнению с более сформировавшейся инженерной антропометрией: исследовательские подходы, методы измерения и базы данных все еще формируются. Однако, недостаток инженерных данных в некоторых областях не оправдывает пренебрежения уже имеющимися биомеханическими знаниями. Существует довольно широкая база данных и знаний, например, о (статической) силе мышц, что необходимо для оценки подъемных способностей, а также о реакциях на вибрации и удары. В других областях научные и прикладные исследования развиваются быстро; поэтому инженеру необходимо следить за прогрессом в этой области по научным и инженерным публикациям, например по журналам *Biomechanical Engineering*, *Biomechanics*, *Ergonomics*, *Human Factors*, and *Spine*

Для проектирования наиболее существенными характеристиками двигательной сферы человека являются его силовые, скоростные, пространственные, временные и пространственно-временные характеристики. Наиболее подробную информацию по этому вопросу можно найти здесь по ссылке <https://fkis.ru/page/1/101.html>.

В биомеханике выделяют три основные (элементарные) разновидности проявления скоростных качеств человека:

- 1) скорость одиночного движения (при малом внешнем сопротивлении);
- 2) частоту движений;
- 3) латентное время реакции.

В соответствии с правилом рычага максимальное усилие, которое сможет развить человек, определяется местом прикрепления мышцы к кости, длиной кости и усилием мышцы. Максимальное усилие, которое может развивать человек, является важной характеристикой при проектировании предметной среды. Кому из нас не приходилось с трудом открывать тугую дверь, а потом быстро-быстро проскальзывать сквозь образовавшуюся щель, чтобы захлопывающаяся дверь не зажала ногу, сумку или велосипед? Кто из нас не сетовал на тугую компостер, пробивая талончик в автобусе? Следовательно, необходимо знать диапазон возможных усилий, прилагаемых к двери или компостеру. Сопротивление двери должно быть таким, чтобы открыть её мог даже ребенок. Но какого возраста? Для конкретного ответа на данный вопрос нужно где-то провести возрастную границу. Нам нужно четко представлять круг возможных пользователей изделия и только тогда мы можем решить дизайнерскую или конструкторскую проблему.

Необходимо отметить, что удовлетворительного способа представления информации о силовых характеристиках пока не найдено. Сложность состоит в том, что прилагаемые человеком усилия могут сильно различаться в зависимости от сопутствующих факторов. Решение проблемы усложняется еще и тем, что усилия могут прикладываться одной частью тела, но при этом вполне может участвовать и масса всего корпуса. Следовательно, сила движения может различаться в несколько раз. Кроме этого, оказывается, что усилия, развиваемые человеком, различаются в зависимости от его направления и точки приложения силы относительно тела человека.

Женщины примерно в 2 раза слабее мужчин. Это утверждение действительно для большинства мышц человеческого тела. Следует учитывать, что максимальное усилие, развиваемое мышцами, часто связано с телосложением человека. Как правило, чем больше вес человека, тем больше сила мышц и наоборот. Полезным может оказаться также знание о том, что у левши левая рука и нога, как правило, сильнее его правой руки и наоборот.

Важно также учитывать и возрастные изменения, которые происходят с человеком в двигательной сфере. В зависимости от возраста сила мышц человека очень быстро увеличивается в подростковом возрасте, достигает максимума к 25-30 годам, и после этого постепенно уменьшается, достигая к 60 годам 80 % от своего максимума. Не все мышцы одинаково быстро теряют

свою силу. Так, мышцы кисти, например, гораздо медленнее теряют свою силу, чем мышцы спины. Именно этот факт определяет сгорбленные фигуры пожилых людей.

Для того чтобы применять имеющуюся в таблицах информацию, необходимо учитывать некоторые обстоятельства. Так, если человек в созданной среде будет работать на пределе своих возможностей, то может быстро развиться утомление, возникнуть разрыв связок или растяжение мышц. Чтобы определить оптимальное сопротивление рычага, необходимо учитывать частоту его использования. Чем чаще используется рычаг, тем меньше должно быть его максимальное сопротивление. Сопротивление рычага должно быть таким, чтобы оно было меньше пятого перцентиля в таблице максимальных усилий, развиваемых человеком. Это необходимо для того, чтобы даже самый слабый потенциальный оператор мог передвинуть рычаг, не вызывая утомления или ненужного неудобства.

Однако сопротивление рычага нельзя полностью устранять, если перед человеком стоит задача регулирования этим органом управления. Для того чтобы человек чувствовал степень отклонения рычага без привлечения органов зрения, необходимо чтобы он получал внутримышечную (кинестетическую) информацию, а это возможно только при определенном сопротивлении органа управления. Кроме этого, сопротивление рычага будет гарантировать от случайного, непреднамеренного его перемещения.

Приведенная выше информация обычно используется конструкторами для определения максимального и оптимального сопротивления рычагов управления, сил, необходимых для выполнения других ручных операций, для определения весовых характеристик грузов, переносимых или поднимаемых человеком.

1.1.3.1. Кинематическая цепь

Тело человека, с точки зрения механики, можно представить как многосвязную кинематическую цепь. Звеньями этой цепи являются кости скелета, имеющие определенную протяженность, соединительными узлами являются суставы, а двигателями — мышцы, которые прикрепляются в различных точках кости. Биокинематическая пара — это подвижное (кинематическое) соединение двух костных звеньев, в котором возможности движений определяются его строением и управляющим воздействием мышц. Биокинематическая цепь — это последовательное либо незамкнутое (разветвленное), либо замкнутое соединение ряда биокинематических пар. В незамкнутой цепи, следовательно, возможны изолированные движения в каждом отдельно взятом суставе. В замкнутой цепи изолированные движения в одном суставе невозможны: в движение неизбежно одновременно вовлекаются и другие соединения. Более полную информацию по данному разделу можно получить в учебнике Попова Г.И. по биомеханике.

Суставы своей анатомией определяют диапазон движений звеньев относительно друг друга. Перечислим основные типы измеряемых движений человека:

Экстензия (вытягивание). Выпрямление или увеличение угла между частями тела.

Аддукция. Движение по направлению к средней линии тела.

Абдукция. Движение по направлению от средней линии тела.

Медиальное вращение. Поворот по направлению к средней линии тела.

Латеральное вращение. Поворот по направлению от средней линии тела.

Пронация. Поворот руки ладонью вниз.

Супинация. Поворот руки ладонью вверх.

Как предложил в свое время Борелли, скелетную систему человека обычно упрощают до звеньев, соединяющихся в суставах. Длинным костям между основными сочленениями, таким образом, ставятся в соответствие прямые линии между суставами, причем число звеньев (или суставов) зависит от необходимых точности и реальности модели. На рис. Рисунок 8 ниже показана типичная система звено — сустав, используемая при биомеханическом моделировании. Это, очевидно, сильное упрощение более реалистичных описаний. Отметим, например, что модель позвоночного столба имеет лишь два сочленения между шейным и крестцовым соединениями. Ясно, что это не может быть реалистичной моделью позвоночного столба с его многими степенями свободы во многих сочленениях. Однако для данной цели такое упрощение может быть приемлемо и применяется на практике.

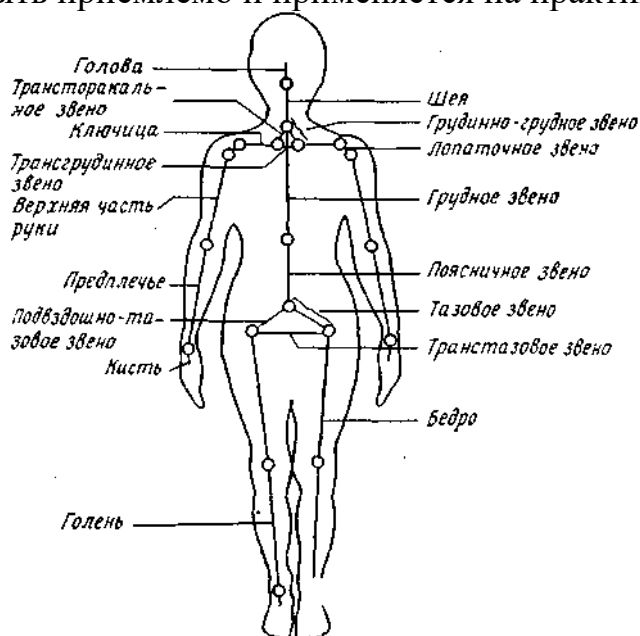


Рисунок 8 – Упрощенное представление скелета человека, основы кинематических звеньев.

Примером такого целенаправленного упрощения служит моделирование сустава запястья. По отношению к предплечью рука может быть согнута и разогнута, отведена и приведена, а также может находиться в пронационном или супинационном положениях. Хотя сгибание и отведение — приведение

могут быть верно исполнены мышцелковидным суставом с двумя степенями свободы, с анатомической точки зрения неверно считать, что сустав запястья обеспечивает и вращательные движения (как это часто делают при моделировании), так как вращение при пронации и супинации на самом деле происходит в предплечье. И все же этим методом можно пользоваться для определенных целей моделирования при условии, что ограничения этого упрощения ясно понимаются и учитываются.

1.1.3.2. Статические нагрузки на мышечную систему

Статические нагрузки на различные мышцы человеческого тела, на первый взгляд, малозаметны, однако их влияние на самочувствие человека, на расход его энергии трудно переоценить. Статической нагрузки, с точки зрения классической механики, вообще не существует: поскольку объект (тело) не движется, то и работа не осуществляется. Совершенно другая ситуация в биомеханике.

Для фиксации определенного положения тела необходимо напряжение определенных групп мышц. Дело в том, что мышцы человека имеют такое строение, которое предполагает их сокращение и расслабление. Отсутствие изменений влечет за собой негативные явления в физиологии мышцы. Если поддержать на вытянутой руке большую книгу неподвижно несколько минут, то с точки зрения классической механики в этом случае вы не осуществляете работы, так как расстояние перемещения равно нулю. Однако со стороны скелетно-мышечной системы работа осуществляется огромная.

Если проведете этот эксперимент на себе, то ваш организм даст вам почувствовать это в полной мере. Для того чтобы держать определенный вес (в том числе и собственное тело) в неподвижном состоянии, человеку необходимо координировать усилия нескольких десятков мышц: некоторые мышцы должны быть в расслабленном состоянии, а некоторые должны напрягаться. Напряжение отдельной мышцы требует расхода запасенной в ней энергии. В процессе напряжения в мышце активно происходят метаболические процессы, приводящие к накоплению продуктов распада. Одним из таких продуктов распада является молочная кислота, которая, накапливаясь, сначала затрудняет, а потом и препятствует нормальной работе мышцы. Кровеносная система должна иметь возможность быстро их удалять из мышцы. Однако само сокращение мышечных волокон вызывает ущемление кровеносных сосудов, поэтому удаление продуктов распада сильно затрудняется. Происходит очень быстрое накопление молочной кислоты. Человек чувствует болезненные ощущения. Мышца теряет возможность поддерживать свое напряженное состояние. Человек вынужден опустить груз.

Энергия, которая затрачена непосредственно на выполнение необходимых рабочих движений, зачастую оказывается в десятки раз меньше той энергии, которая тратится человеком на поддержание рабочей позы. К примеру, энергия движения пальцев и рук при работе за компьютером гораздо меньше той

энергии, которая тратится мышцами человека на поддержание его рабочей позы. Именно поэтому после определенного промежутка времени работы человека за компьютером начинают болеть мышцы в области плечевого пояса и шеи.

Полностью избавиться от статических нагрузок невозможно, так как в любом положении живой человек имеет определенный мышечный тонус и вынужден поддерживать положение собственного тела в пространстве, в котором действует сила тяжести. Кроме этого, статические нагрузки способствуют передаче импульса движения от одной части тела к другой или ко всему телу. Задумайтесь, каким образом человек шагает, отталкиваясь подошвами от земли, а в результате движется все тело.

Цель дизайнера при формировании предметной среды может стать уменьшение неоправданных статических нагрузок. Рассмотрите Рисунок 9, найдите источники возникновения неоправданных статических нагрузок.

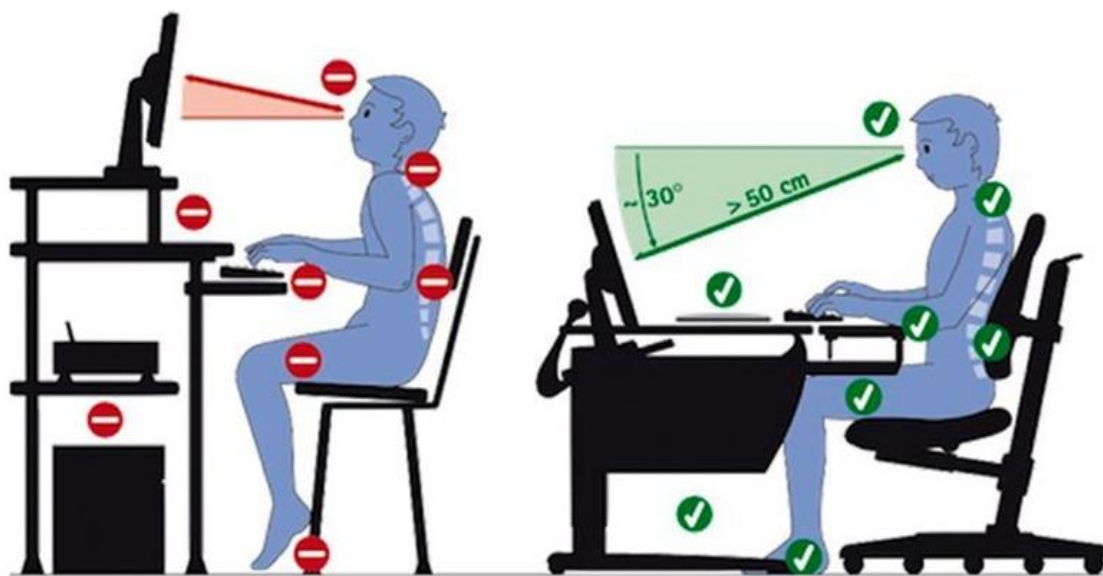


Рисунок 9 – Негативные и позитивные аспекты рабочей позы при работе за компьютером.

1.1.3.3. Управление движением

Работа мышц — это биологический процесс, при котором мышечные волокна активируются для совершения механической работы по перемещению звеньев тела. Чтобы совершить работу, необходимо затратить энергию. В организме человека энергия есть результат биохимических реакций. С механической точки зрения, человек — это система, обладающая внутренним источником энергии биологического происхождения. Чтобы мышцы сокращались в необходимой последовательности и с определенными усилиями, а в результате — производили требуемый механический эффект движения, ими надо управлять. Осуществляют управление головной мозг и нервная система. Для запуска управляющих механизмов центральной нервной системы головной мозг используют высшие психические функции которые оказывают непосредственное воздействие на процесс формирования и исполнения

нервальных команд. Другими словами, движение человека содержит в себе компоненты психического, биологического и механического свойства.

В основе всех видов движений человека лежит управляемая работа его двигательного аппарата. Движения обеспечивают целенаправленное перемещение звеньев тела человека в пространстве, осуществляемое посредством мышечных напряжений, с использованием упруго-вязких свойств мышц, инерционных сил, взаимодействующих с внешними силами (сила тяжести, сила трения и т.п.).

Работа мышц и управление движениями осуществляются под контролем центральной нервной системы и обеспечиваются физиологической активностью других систем организма, действующих согласованно в сложном взаимодействии друг с другом. Сложность управления движением можно понять, наблюдая за движениями человекоподобных роботов: даже при современном уровне развития вычислительной техники и современных систем программирования движения роботов кажутся нам неуклюжими, не ловкими.

В середине прошлого века Н.А. Бернштейн сделал открытие, которое имеет большое значение для специалистов, формирующих среду для человека. До него, согласно учению И.П. Павлова, считалось, что человеческие действия выводимы из рефлекторной схемы «стимул-реакция». Н.А. Бернштейн доказал, что такая разомкнутая структура управления двигательных актов существует только для примитивных, рефлекторных движений (типа отдернуть руку от горячей сковороды). Суть его открытия заключалась в том, что механизм управления движениями (действиями) имеет не разомкнутый контур, а замкнутый. Для большинства действий человека характерна функционирующая структура, изображенная на Рисунок 10. У человека вырабатывается программа действий. Она перекодируется в совершение определенных движений человека. После эта информация передается в регулятор, который координирует сокращения отдельных мышц. Эффектором осуществляется движение, происходит воздействие на объект. Изменения, произведенные в объекте, фиксируются рецептором. Рецептор передает информацию в прибор сличения, в котором из задающего прибора есть информация о том, что, собственно должно быть достигнуто. Прибор сличения определяет необходимость коррекции или прекращения действия. Если необходимое состояние среды не достигнуто, деятельность запускается по новому кругу. Исследования Зинченко В.П. уточнили, что в познавательной деятельности один цикл «проворота» по кольцу Бернштейна составляет около 200мс. Любой двигательный акт эффективно осуществляется только в том случае, когда человек имеет возможность воспринимать свои собственные движения, иметь обратную связь о результатах преобразований.

Лишая человека обратной связи или искажая её, мы разрушаем действие, резко снижаем его эффективность. Например, если человеку в наушники подавать его собственный голос, но с определённой задержкой, вскоре он не сможет читать текст. Восприятие собственного голоса, оказывается, является неотъемлемой частью такого простого с первого взгляда действия, как

произношение. Можно привести еще один пример: попробуйте написать предложение с открытыми и закрытыми глазами. Оцените полученный результат. Эта закономерность фундаментальна, она действительна для подавляющего большинства человеческих действий.

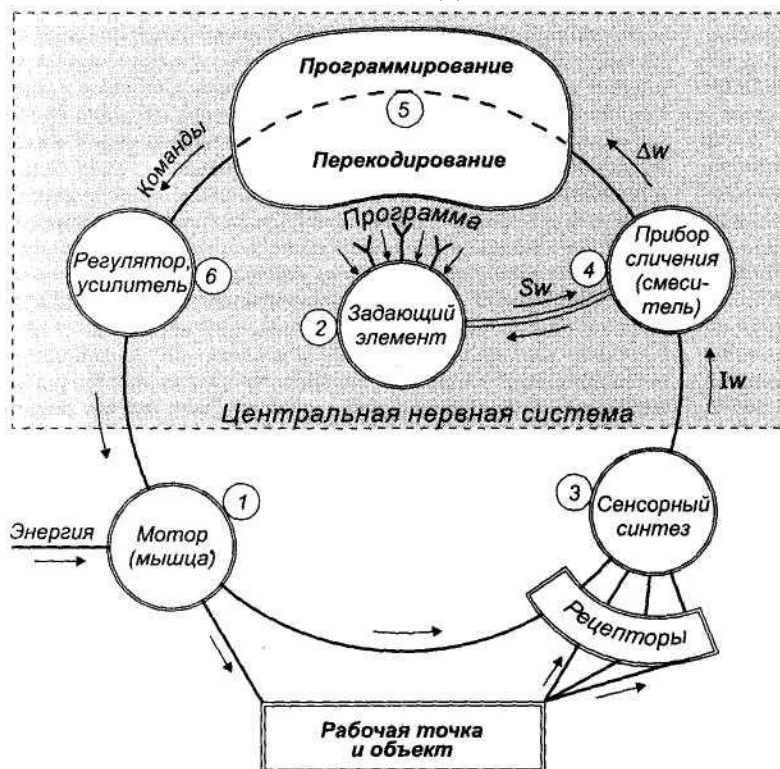


Рисунок 10 – Блок-схема координированного управления двигательным актом.

Кроме принципа обратной связи Н. А. Бернштейн выдвинул теорию многоуровневого управления движениями человека. Он доказал, что в двигательной сфере человека существуют различные классы движений, который управляются различными анатомическими структурами. Более подробно с уровневой теорией управления движениями можно познакомиться по ссылке <https://a-mov.ru/books/bernstein-o-postroenii-dvizhenij.html>.

1.1.3.4. Принципы экономии движений.

В литературе известны так называемые принципы экономии движений, которые были сформулированы американским ученым в области научной организации труда Гилбретом и дополнены другими исследователями:

Эффективность движений человека гораздо выше при симметричном движении рук в одной плоскости.

Обе руки должны начинать и заканчивать движение одновременно.

Движения рук должны производиться одновременно в противоположных симметричных направлениях.

Наилучшей при выполнении данного задания является такая последовательность действий, которая содержит наименьшее число элементарных движений.

Руки следует освобождать от всякой работы, которая может быть успешно выполнена ногами или другими частями тела.

Всюду, где это возможно, объект работы должен закрепляться с помощью зажимных приспособлений, чтобы руки были свободны для выполнения операций.

Инструменты, материалы и органы управления должны быть расположены дугой вокруг рабочего места как можно ближе к работнику.

Инструменты и материалы должны заранее располагаться на определенных местах, чтобы исключить излишний поиск и выбор.

Два или несколько инструментов следует по возможности сочетать в одном, комбинированном.

Непрерывные криволинейные движения предпочтительнее прямолинейных, включающих резкие изменения направления.

Свободные, ненапряженные движения производятся быстрее, легче и точнее, чем вынужденные, определяемые внешними ограничениями.

Ритм весьма существенен для плавного и автоматического выполнения любой операции.

Последовательные движения должны строиться так, чтобы одно движение легко переходило в другое и каждое из них заканчивалось в положении, удобном для начала следующего движения.

Движение менее утомительно, если оно осуществляется в направлении, в котором возможно максимальное использование силы тяжести.

Когда требуется сильный удар, то движения рабочего и размещение материала должны быть такими, чтобы удар, последовал в момент, когда импульс движения достиг максимальной величины.

Количество движения, преодолеваемое мускульным усилием рабочего, должно быть сведено к минимуму.

Резкие колебания скорости, а также небольшие перерывы в движении должны быть проанализированы, чтобы выявить их причины и, по возможности, исключить их.

Эффективность рабочих движений резко снижается, если человеку необходимо последовательно повторять движение руки, когда одна рука повторяет движения другой. Эффективность падает при перекрестном движении рук в одной плоскости. Человеку очень трудно, например, вращать штурвал одной рукой по часовой стрелке, а другой рукой в противоположном направлении. Для обычного человека очень тяжело координировать движения рук, осуществляющих движения в разных плоскостях, по различным траекториям, с изменяющимся ритмом. Два симметричных движения правой и левой рукой это гораздо меньше, чем движение сначала одной рукой, а потом другой.

При проектировании предметной среды следует располагать нагрузку на конечности с учетом их возможностей. Правая рука может осуществлять более координированные движения в отличие от левой. Пальцы на руке отличаются один от другого: наиболее управляемыми являются указательный и средний,

наименее управляемыми – большой и мизинец. В связи с этим принципом рассмотрите велосипед на Рисунок 11. Дело в том, что находящийся в нем человек двигал себя с помощью рук, используя рычаги. Управление велосипедом осуществлялось путем поворота переднего колеса ногами.



Рисунок 11 – Велосипед XIX века.

Важно понимать, что формирующееся пространство будет определять движения человека. Для эффективной деятельности важно стремиться к минимизации движений, к упрощению их траектории, к логичному завершению каждого движения.

1.1.4. Рабочие позы: стоя, сидя

Поза «сидя» является промежуточной по необходимому расходу мышечной энергии на ее поддержание. Статические нагрузки зачастую являются следствием рабочей позы, которая в свою очередь зависит от пространственных параметров рабочего места и задач, выполняемых человеком. В этом отношении цель эргономиста состоит в том, чтобы ликвидировать или максимально уменьшить такие неэффективные статические нагрузки на человека.

Рабочая поза сидя:

Тело становится более устойчивым, что позволяет снизить удельный вес тетанических напряжений и заменить их более экономичными тоническими.

Поза является менее энергозатратной по сравнению с положением стоя на 10%.

Работа мышц затрачивается в основном в уравнивании головы и туловища

Улучшаются условия для работы сердечно-сосудистой системы за счет снижения гидростатического давления крови.

Выполнение работы сидя обеспечивает большую точность рабочих движений.

Усилия при движениях не должны превышать 5 кг.

Так как движения человека ограничены, мышечный насос не действует, при длительном сидении возможны отеки ног и ощущение дискомфорта.

Является одной из причин опущения внутренних органов, смещения межпозвоночных дисков (радикулит, ишиас и т.п.).

Сгорбленная спина в этом положении, ограничивая свободу движений грудной клетки и диафрагмы, приводит к ухудшению условий для дыхания и пищеварения.

Рабочая поза стоя:

Дает возможность свободного перемещения в рабочей зоне, сенсомоторных координаций и зрительного обзора.

Дает возможность для выполнения движений с усилием более 10 кг.

Возрастает нагрузка на мышцы нижних конечностей.

За счет повышения мышечной нагрузки увеличиваются энергозатраты на поддержание устойчивости.

Возрастает нагрузка на сердечно-сосудистую систему.

Могут развиваться варикозное расширение вен, плоскостопие.

Возможность переминаясь с ноги на ногу способствует использованию силы мышц для возвращения венозной крови вверх к сердцу.

Разработка путей и способов проектирования удобной рабочей позы входит в группу вопросов по оценке функциональных состояний и организации функционального комфорта.

Позная активность представляет собой вид энергетической или физической напряженности, но так как она никогда не возникает изолированно от конкретной поведенческой задачи, то и ее проявление будет частью того или иного функционального состояния.

Изменения состояния соматической мускулатуры в процессе длительного поддержания одной и той же позы, так же как и состояния других систем, колеблются от положительной, или продуктивной, напряженности, до утомления и позного стресса. «Позный стресс», используемый "как термин физиологами труда, проявляется в болевых ощущениях, ощущениях онемения и покалывания при ишемических реакциях, вызванных локальными нагрузками. Кроме ишемических реакций следует различать травматические (ущемление нервов, смещение позвонков и т.п.) последствия поддержания неудобной рабочей позы (асимметричность позы, слишком высокое или безопорное положение рук и стоп и т.п.), вызывающие хронические заболевания.

Положительное напряженное состояние скелетно-мышечной системы при позной активности это, прежде всего, отсутствие ощущений этого напряжения у работающего (или испытуемого). Это "комфортное" состояние называется соматическим комфортом (от греч. *data* — тело) как частное проявление функционального комфорта.

К осязаемым составляющим соматического комфорта можно, отнести работу костного аппарата как систему рычагов, угловые: соотношения звеньев

тела (углы комфорта), степень статического и динамического напряжения в мышцах, уровень чувствительности мышечно-суставных рецепторов (проприорецепторов) и вестибулярного аппарата, а также состояние дыхательной и сосудистой систем, обеспечивающих нормальное функционирование костно-мышечной системы.

В эргономике часто пользуются более конкретным словесным выражением соматического комфорта, а именно термином «удобство». Этот термин по-разному трактуется различными авторами. Например, Л. Н. Альперин рассматривает удобство как совокупность психофизиологических показателей деятельности, характеризующих не что иное, как степень удобства эксплуатации или уровень эргономического качества технического устройства. Ю. С. Васильева к удобным орудиям труда относит те, которые объективно соответствуют психофизиологическим возможностям человека. В этом случае «удобно» означает эргономически целесообразно.

При экспертной оценке качества изделий, а также при оценке изделий потребителем с использованием конкретных социологических и психологических методов исследования термин «удобство» рассматривается как субъективный критерий эргономической оценки качества изделия. Субъективная оценка изделий отражает объективный уровень качества изделия через опыт, привычки и традиции субъекта, производящего оценку, и лишь частично соответствует объективному компоненту, рассматриваемому с точки зрения эргономической целесообразности, функционального комфорта, полезности. Субъективная оценка часто значительно расходится с объективной, так как человеческий организм обладает большой пластичностью и может (в определенных пределах) приспособиться к нерациональной с точки зрения эргономики конструкции изделия, и будет считать ее удобной, вероятно, с детства. В данном случае «удобство» конструкции еще не означает, что она эргономически рациональна.

Итак, "удобство позы" следует рассматривать как состояние человека, субъективно не испытывающего раздражения, усталости, онемения частей тела, чрезмерного напряжения мышц, болей, а следовательно, способного длительное время работать, не утомляясь и не ощущая своей сомы и сохраняя необходимый для данной деятельности уровень работоспособности.

Факторы, обеспечивающие поддержание рабочей позы в положении сидя

Для длительного поддержания положения сидя требуется выполнение двух противоположных друг другу условий. Во-первых, необходимо наличие искусственно созданных поддержек, которые обеспечивали бы стабильность корпусу, во-вторых, необходимо снятие давления с тех поверхностей тела, которые контактируют с этими поверхностями. При современных видах труда, требующих быстроты и точности совершения ручных операций, зрительного контроля и умственного напряжения, стабильность позы приобретает решающее значение. Однако чем большую стабильность обеспечивают поддерживающие поверхности (рабочая поверхность, сиденье, подставка для ног), тем большее давление они оказывают на отдельные участки тела, вызывая

ишемии (сдавливание мягких тканей и сосудов). Можно преодолеть или отдалить ее наступление, обеспечив свободу смены поз в процессе труда с помощью конструктивных особенностей элементов рабочего места. При отсутствии такой возможности ишемия приводит к ощущению дискомфорта, утомлению и болям, позному «стрессу». Все это заставляет человека «ерзать», отвлекаться от работы, даже покидать рабочее место, что весьма неблагоприятно отражается на качестве и количестве выполняемых им трудовых задач.

Средства достижения стабилизации можно разделить на две группы. Первая — это собственные средства, произвольные и произвольные. Вторая — искусственно созданные поддержки.

Если стул не позволяет занять одновременно стабильное и комфортное положение, организм сам стабилизирует позу в ущерб экономии мышечной энергии либо поддерживает тело за счет дополнительной нагрузки на руки и ноги, спонтанно выбирая наиболее устойчивые позы. Динамика тела человека сравнима с открытой цепью звеньев. Для стабилизации тела сидящий человек постоянно пытается замкнуть открытые звенья двигательной цепи, произвольно сокращая затраты мышечной энергии на стабилизацию суставов: скрещивает руки на груди, держит руки в карманах, скрещивает ноги на уровне голеностопных суставов, на уровне колен, помещает стопу одной ноги на колено другой, опирается локтями на колени или головой на руки и т.д. Неудобное сиденье вынуждает человека искать собственные пути стабилизации положения. Так, у пассажиров транспорта наблюдали более 500 способов стабилизации позы.

Поддержание вынужденных или неудобных поз приводит к перераспределению внутренних ресурсов организма, в результате чего страдают работоспособность и эффективность труда. При кумуляции ежедневного утомления от поддержания вынужденных поз может не хватать перерывов в работе и после рабочего отдыха для восстановления всех физиологических функций организма. В этом случае страдает здоровье человека. Признаками переутомления от позного перенапряжения являются жалобы на локализованные боли или неприятные ощущения в спине, шее, руках, ногах.

Искусственно созданные поддержки (сиденье, спинка, подлокотники, подставка для ног) оказывают благоприятное влияние на многие проявления функционального состояния организма и его работоспособность. Так, наличие поясничной поддержки и подлокотников снижает давление в межпозвоночных дисках. Определенное положение звеньев рук угол отведения в плечевом суставе должен составлять 5—15° угол сгибания в локтевом суставе — 70 — 90° создает условия для оптимального расслабления мышц плечевого пояса.

В тех случаях, когда орган управления или предмет труда расположен чрезмерно далеко спереди, работа становится также утомительной. При этом увеличиваются плечо силы тяжести и нагрузка на руки, что передается на межпозвоночные диски, усиливая внутридисковое давление. Кроме того, чем

выше положение рук и плеч, тем быстрее наступает утомление и отказ от работы. Отмечено благоприятное влияние наличия поддержек для рук на снижение статической нагрузки мышц шеи, плеч, предплечий. На рабочих местах операторов ЭВМ уменьшается напряжение мышц при использовании клавиатуры с поддержкой для предплечья и кисти по сравнению с активностью мышц при работе на клавиатуре той же высоты, но не снабженной поддержкой.

Распределение удельного давления на поверхности сиденья и спинки стульев различной конструкции представляет собой другую характеристику удобства посадки. Возможность регулировать в процессе рабочего дня и недели наклоны сиденья, спинки, подлокотников оказывает благоприятное воздействие на равномерность распределения веса тела на мягкие ткани вокруг опорных точек. Известно, что сиденье с обивкой и соответствующими прокладками снимает давление на мягкие ткани, окружающие седалищные бугры. Сидение на стуле с плоской и жесткой поверхностью неизбежно вызывает быстрое онемение.

Влияние конструкции стула на венозный кровоток в нижних конечностях и появление отека голеней является еще одной стороной оценки дискомфорта при работе сидя. Плетизмография (метод диагностики кровенаполнения сосудов), измерение кожной температуры и объема голеней (обхват) выявили отрицательное влияние высокого сиденья, острого переднего края, отсутствия опоры для ног на кровоснабжение нижних конечностей в результате пережатия сосудов бедра.

Одним из важных вопросов при оценке удобства и дискомфорта рабочей позы является длительность ее поддержания. Такие исследования проводили в течение нескольких часов, изменяя не только параметры стула, но и меняя высоту или местоположение экрана дисплея. Выявлено, что во всех случаях через 2,5 — 3 ч поддержания даже самой удобной рабочей позы частота смены поз возрастает более чем на 50 %, что является чувствительным индикатором позного стресса и дискомфорта. Существует прямая зависимость между субъективным вербально характеризующим удобством позы и частотой ее смены. Чем реже человек меняет позу, тем более удобным он считает стул. Это связано с ощущением стабильности посадки. Чем больше устойчивость позы, тем дольше ее можно сохранять.

С введением новых технологических процессов, связанных с увеличением напряженности труда (информационные и автоматизированные виды деятельности), определилась тенденция к увеличению однообразия и вынужденности позы, при работе сидя, что также является одним из источников дискомфорта. На рабочих местах с регулируемыми параметрами наблюдается меньшее количество непроизводительных движений и жалоб сидящих, чем на нерегулируемых. Лишние движения снижают эффективность при зрительно и умственно напряженных видах деятельности на рабочих местах, оборудованных дисплеями.

Особенности конструкции рабочего сиденья как стабилизатора рациональной рабочей позы в положении сидя. Основное требование,

предъявляемое к рабочим сиденьям, — это обеспечение надежной стабильности при минимальной вынужденности позы. Стабилизаторами являются все составляющие рабочего сиденья: спинка, поверхность сиденья, подлокотники, вид покрытия и степень его мягкости. Все линейные и угловые параметры сидений должны быть рассчитаны на основе размеров тела работающих с учетом их вариабельности. Для расчетов следует использовать те эргономические антропометрические признаки, которые предназначены для таких расчетов. При этом необходимо предусматривать по возможности большее количество регулируемых параметров сиденья, а также его подвижность относительно рабочей поверхности.

Подвижность сиденья и изменение его высоты обеспечивают регулировку границ моторного пространства по ширине, глубине и высоте, а также в значительной степени и регулирование максимальных и минимальных границ сенсорного пространства.

Рабочие сиденья должны удовлетворять следующим общим требованиям.

Надежная опора позвоночному столбу и тазу при сохранении их естественного взаиморасположения.

Возможность изменения рабочей позы (свободное перемещение корпуса и конечностей) под столом. Во всех подобных случаях параметры пространства для ног должны быть достаточными для смены положения ног.

На поведенческие реакции, выражающиеся в принятии субъективно удобных поз, влияют температура и влажность в рабочем помещении, генерализованный стресс в связи с производственной ситуацией, образ жизни, характеризующийся преобладанием физической или умственной ежедневной активности. В таких случаях большое значение приобретает величина опорной поверхности спинки. Создание возможности опоры для всей спины, включая и грудную часть до верхнего уровня лопаток, позволяет минимизировать утомление мышц и улучшить условия для дыхания и циркуляции крови.

Конструкция сидений и степень удобства позы влияют на эффективность деятельности. При сравнении рабочих мест машинисток, сконструированных с учетом эргономических требований, производительность труда (скорость печатания без ошибок) возросла на 24,6 %, если конструкция стула и клавиатура позволяли регулировать их параметры в соответствии с субъективными ощущениями удобства работы. На успешность выполнения трудовой задачи положительно влияет возможность изменять высоту сиденья, угол наклона спинки и высоту поясничной поддержки.

Единодушного мнения о конкретных причинах дискомфорта при длительном сидении на рабочем месте все же не существует, хотя все сходятся в том, что от степени вынужденности позы и особенностей стула зависят те неблагоприятные последствия для организма и эффективности труда человека, с которыми приходится встречаться все чаще.

Основными конструктивными недостатками стульев, на которые чаще всего указывают исследователи, считаются следующие:

Отсутствие поясничной поддержки.

Вертикальное положение спинки или излишняя ее вогнутость, вызывающая сгорбленность спины в грудной части.

Слишком низкая спинка, которая заставляет человека сползать, когда необходима поддержка для верхней части спины.

Малая закругленность переднего края сиденья, что нарушает венозный кровоток в нижних конечностях.

Неудовлетворительная высота расположения подлокотников или их отсутствие.

Однако очень мало встречается работ, свидетельствующих о значении формы поверхности сиденья для обеспечения удобства позы. Следует отметить, что удобство рабочей позы — явление многофакторное. Степень его проявления зависит от анатомических, биомеханических и физиологических особенностей строения и функционирования костно-мышечной системы и систем, обеспечивающих ее деятельность (дыхательной, сердечно-сосудистой систем.)

1.1.5. Физиологические системы человека

Дыхательная, кровеносная - основные физиологические системы организма, которые необходимо учитывать при проектировании предметной среды. Эти две системы взаимосвязаны: внешнее дыхание позволяет насытить кровь необходимым кислородом и вывести наружу углекислый газ. Кровеносная система участвует во внутреннем дыхании тканей.

Каждая клетка живого организма получает жизненную энергию в результате окисления питательных веществ и потому нуждается в постоянном притоке кислорода. Наряду с этим нормальная жизнедеятельность клеток возможна лишь при условии удаления конечных продуктов метаболизма. Важнейшим из таких продуктов является углекислый газ. Дыхание обеспечивает обмен кислорода и углекислого газа между клеткой и окружающей средой. У позвоночных животных и человека система дыхания это комплекс сложных процессов, включающих внешнее дыхание, транспорт газов кровью и тканевое внутреннее дыхание. Внешнее дыхание создает активную вентиляцию легких, поддерживает постоянную концентрацию кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе, обеспечивает газообмен между альвеолярным воздухом и кровью и постоянное напряжение газов в артериальной крови. Кровь является основной газотранспортной средой организма, которая при активном участии сердечнососудистой системы переносит кислород от легких к тканям, а углекислый газ — в обратном направлении. Газообмен между кровью и тканями завершается высвобождением энергии на этапе тканевого дыхания при окислении органических соединений. Энергия используется для деятельности клеток, органов тканей и организма в целом, а также для образования тепла и поддержания постоянной температуры тела у теплокровных животных и человека. При отсутствии кислорода организм погибает вследствие нехватки энергии, а при избытке углекислого газа — от отравления.

В связи с этим перед дизайнером стоит задача обеспечить или предусмотреть оптимальный газовый состав воздуха. Человеку для его жизнедеятельности необходимо потребление кислорода. Однако химически чистый кислород неприемлем для дыхания в обычных условиях. Потребляемый воздух должен содержать 19-20% кислорода, 1% углекислого газа, оставшийся основной компонент должен быть азотом. На уровне моря содержание кислорода в воздухе составляет 21%. Снижение уровня кислорода до 16%, повышение уровня концентрации углекислого газа до 2% субъективно не ощущается, но может снизить эффективность труда человека, повышение уровня выше 3% вызывает затруднения при дыхании и является недопустимыми и могут привести к нежелательным последствиям. При содержании CO₂ от 5 до 10% человек тяжело и учащенно дышит. Длительное пребывание в атмосфере, содержащей более 10% CO₂, смертельно.

Для того чтобы обеспечить нормальный химический состав воздуха следует учитывать рекомендуемые интенсивности вентиляции производственных помещений. Универмаги, аудитории, библиотеки, классные комнаты, судебные помещения, спортивные залы должны вентилироваться со скоростью 0,5 м³ свежего воздуха в 1 мин на 1 м² пола. Операционные, туалеты, лаборатории требуют повышенной интенсивности обмена воздуха 0,6 м³ свежего воздуха в 1 мин на 1 м² пола. Кухни 1 м³ свежего воздуха в 1 мин на 1 м² пола. Для обычных производственных помещений этот показатель составляет 0,3 м³, а для офисных помещений 0,15 м³.

Следует учитывать ориентировочный характер приводимых выше величин, так как они могут изменяться в зависимости от различных факторов, например высоты над уровнем моря, величина физической нагрузки на человека, количества людей в помещении, наличии загрязняющих или вредных веществ в воздухе и т.п. Другими словами, проведение точных расчетов оптимальной величины данного показателя может представлять достаточно большую сложность. Важно учитывать все конкретные обстоятельства проекта.

Кроме этого в некоторых специфических случаях необходимо создавать условия для беспрепятственного внешнего дыхания. На Рисунке 12 изображен комбайн для сбора огурцов работниками. Лежащая рабочая поза затрудняет внешнее дыхание.



Рисунок 12 – Комбайн для сбора огурцов.

Для создания оптимального состава воздуха в жилых помещениях обычно предусматривают вытяжную вентиляцию. Как правило воздухозаборники устанавливаются в санузлах и в кухнях. Однако, кроме этих помещений в жилом пространстве существуют и другие, в которых человек проводит основное время. Поэтому важно организовать процесс перетока воздуха таким образом, чтобы он охватывал более равномерно и остальные помещения квартиры.

Вытяжная вентиляция может выполнять свою функцию только в том случае, если организован приток воздуха, который соответствует объёму изымаемого из помещения воздуха. В связи с этим нужно обращать внимание на каналы поступления свежего воздуха в помещения и его перетоков из одной комнаты в другую. Устанавливая межкомнатные двери, необходимо обратить внимание на плотность примыкания. Если сделать примыкания плотным, то воздух из комнаты не сможет выходить в вытяжку и, следовательно, в воздухе будет накапливаться углекислый газ. Обычно эта проблема решается путем установления вентиляционных решеток дверных либо не плотного примыкания полотна к дверной коробке.

Кроме газового состава воздуха важно обратить внимание и на содержание влаги в воздухе жилого помещения. Дело в том, что поддержание оптимального уровня влажности влияет на состояние слизистых организма – первого инфекционного барьера организма. При пониженной влажности слизистые подсыхают, теряют свою функциональность, в организм могут проникать вирусы и бактерии. При повышенной влажности в помещениях развивается плесень, грибки, которые могут инфицировать организм человека.

Неправильно спроектированная предметная среда может вызывать проблемы с кровоснабжением тканей и органов человека. Особенно это

актуально для венозного кровотока, когда кровь должна возвращаться к сердцу. При вертикальном положении тела это должно происходить вопреки действию сил тяжести. Существует несколько физиологических механизмов венозного возврата. Однако дизайнеры могут повлиять лишь не один: на сокращения скелетных мышц. Ритмичные сокращения мышц конечностей, возникающие при обычной активности, способствуют венозному возврату. При проектировании сидений важно предусмотреть возможность изменения рабочей позы. В этом случае сидящий человек рефлексивно сможет менять положение своего тела, облегчая венозный возврат. Необходимо предусматривать возможной двигательной активности человека, такой как ходьба, бег.

Не скругленный край сиденья может затруднять венозный кровоток, пережимая вены в подколенной ямке. Не правильная форма сиденья, неправильный выбор его жесткости может также затруднять кровоснабжение тканей. В связи с этим имеет смысл обратить внимание на устройство стула с коленным упором на Рисунок 13.



Рисунок 13 – Коленный стул, облегчающий кровоснабжение.

1.1.5.1. Физические и химические факторы внешней среды

Рабочая среда человека-оператора представляет собой совокупность физических, химических, биологических, социально-психологических и эстетических факторов внешней среды, воздействующих на оператора (ГОСТ 21035—75). Классификация физических и химических факторов приведена на Рисунок 14, Рисунок 15(по материалам В. А. Пухова). Основные требования по учету факторов рабочей среды заключаются в следующем:

факторы рабочей среды при их комплексном воздействии на человека не должны оказывать отрицательного влияния на его здоровье при профессиональной деятельности его в течение длительного времени;

факторы рабочей среды не должны вызывать снижения надежности и качества деятельности оператора (его работоспособности) при действии их в течение рабочего дня. Для выполнения этих требований в необходимых случаях следует применять специальные средства защиты работающих.

Максимальные значения факторов рабочей среды, при которых выполняются эти требования, носят название предельно допустимых уровней или концентраций. Значения предельно допустимых концентраций и предельно допустимых уровней приведены в соответствующих нормативно-руководящих документах и стандартах системы безопасности труда ГОСТы группы ССБТ58

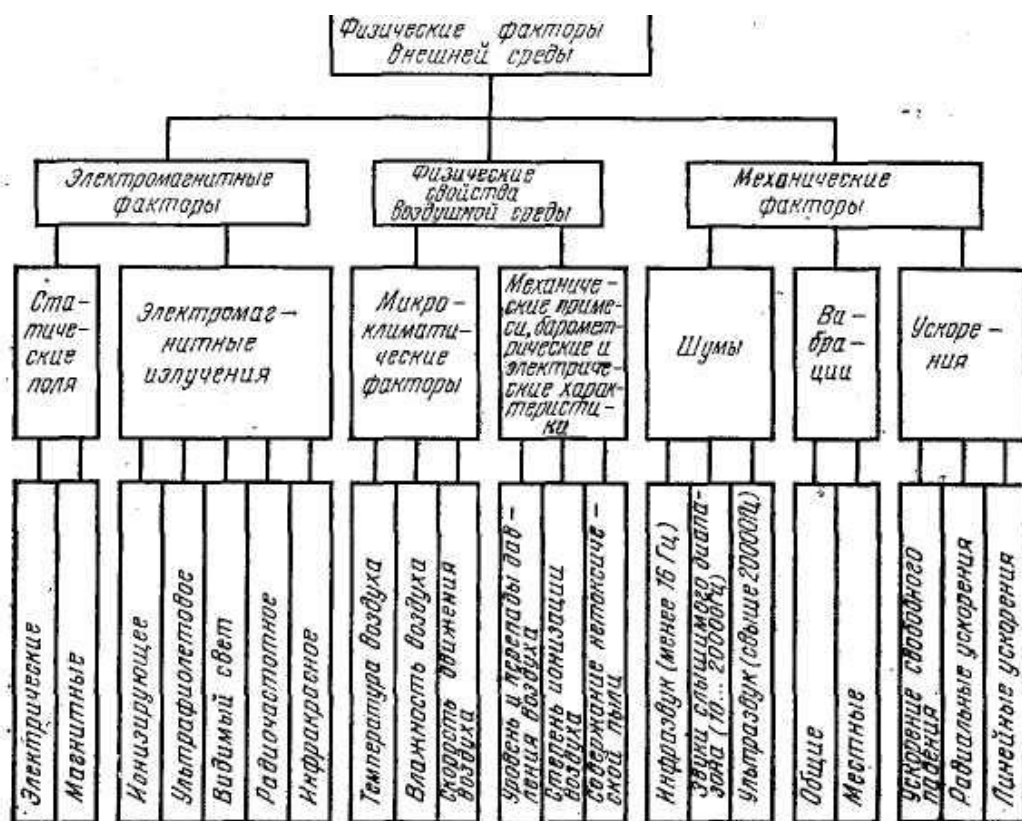


Рисунок 14 – Классификация физических факторов рабочей среды.

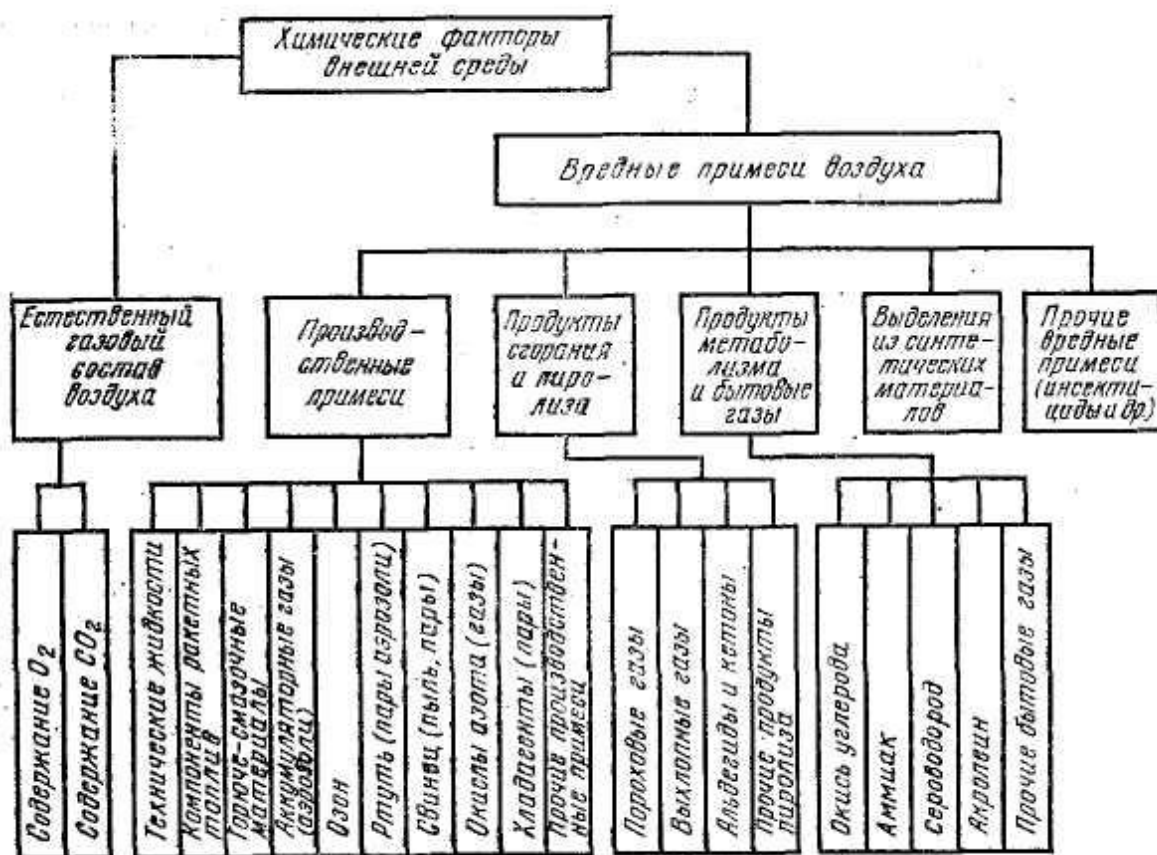


Рисунок 15 – Классификация химических факторов рабочей среды.

При учете, и нормировании факторов рабочей среды различают четыре уровня их воздействия на человека (ГОСТ 21035—75).

Комфортная рабочая среда обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья. Относительно дискомфортная рабочая среда обеспечивает при воздействии в течение определенного интервала времени заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы.

Экстремальная рабочая среда приводит к снижению работоспособности оператора и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим нарушениям. Сверхэкстремальная рабочая среда приводит к возникновению. В организме человека патологических изменений и (или) к невозможности выполнения работы.

Способы защиты оператора от неблагоприятных факторов рабочей среды могут быть активными и пассивными. Способы активной защиты связаны с выявлением причин источника неблагоприятного фактора и воздействием на него. При невозможности активной защиты, применяется пассивная. В этом случае источник неблагоприятных факторов

Осуществляются мероприятия, направленные на предупреждающее влияние этих факторов на человека. При пассивной защите изолируют источник от среды, где находится человек, или устраняют неблагоприятный фактор из зоны, откуда он может воздействовать на оператора. Пассивная защита может быть общей (коллективной) или индивидуальной. В первом случае происходит защита всего помещения (рабочего участка), в котором находится оператор или группа операторов (например, кондиционирование или вентиляция воздуха в помещении). Во втором случае используют средства индивидуальной защиты; изолирующую и специализированную одежду и обувь, защитные приспособления на рабочем месте, индивидуальный обдув, вентиляцию и т. п.

Большое значение для профилактики неблагоприятного влияния факторов рабочей среды на здоровье, функциональное состояние и работоспособность человека имеет обеспечение реализации действующих норм и требований. Решение этой задачи должно проводиться уже в процессе проектирования СЧМ.

На этапе проектирования решаются задачи обеспечения требуемых значений факторов рабочей среды. При разработке ТЗ анализируются и включаются в ТЗ требования заказчика к рабочей среде. На этапе технического предложения определяется вероятный состав факторов рабочей среды; прогнозируются возможные воздействия факторов рабочей среды на человека и необходимости применения средств защиты; определяются необходимое число рабочих помещений и состав технических средств жизнеобеспечения. На этапе эскизного проектирования уточняется вероятный состав факторов рабочей

среды, отражающих специфику проектируемого объекта, и выделяются ведущие из них; разрабатываются требования к системам жизнеобеспечения, реализующим нормы и требования к рабочей среде.

При техническом проектировании уточняются реальные уровни факторов рабочей среды и режимов труда и отдыха с учетом их фактического воздействия; уточняются и согласуются с санитарным надзором перечень неметаллических материалов, которые используются при строительстве объекта и могут выделять вредные вещества; проектируются средства коллективной и индивидуальной защиты от воздействия неблагоприятных факторов рабочей среды; разрабатываются требования по профессиональному отбору, режимам труда и отдыха, тренировкам операторов с учетом специфики воздействия факторов рабочей среды.

Токсические вещества оказывают воздействие при соприкосновении с тканями нашего организма. Воздействие зависит от того, в какой форме могут находиться токсические вещества: в твердой, жидкой, аэрозольной или газообразной. Характеристики воздействия зависят от количества вещества, времени воздействия и скорости его проникновения внутрь.

Наружная поверхность тела включает в себя кожу, ногти, глаза, зубы, ротовую и носовую полость, верхние дыхательные пути, легкие и пищеварительный тракт. Все эти поверхности в данном отношении рассматриваются как мембраны, сквозь которые при определенных условиях проходят токсические вещества. Скорость проникновения веществ зависит от анатомии конкретной мембраны, от наличия или отсутствия активного транспорта – вещества, способствующего проникновению.

Поскольку кожа — это основная поверхность тела, находящаяся в прямом контакте с окружающей средой. Она подвергается воздействию химикатов, содержащихся в воздухе, на инструментах и рабочих поверхностях в дополнение к тем, с которыми рабочие обращаются непосредственно. Поэтому профессиональные болезни кожи, обусловленные химическим воздействием, носят общий характер. Болезни кожи - наиболее распространенный вид профессиональной патологии. Кожа может испытывать повреждения от множества различных веществ, включая кислоты, спирты, щелочи и другие. Она повреждается по мере удаления защитных масел под действием растворителей жиров. Она повреждается под действием различных волокон, металлов и пыли; аллергически сенсibilизируется многочисленными и разнообразными веществами.

Вещества, содержащиеся в воздухе, часто вызывают раздражение глаз, которое проявляется в выделении слез, рези в глазах. Раздражение глаз, защитная реакция организма, указывает на необходимость понизить концентрацию вредного вещества.

В процессе дыхания большая часть поступающего в организм воздуха (от 2 до 25 л/мин) проходит через носовую полость. Следует отметить, что при длительном воздействии некоторых веществ наступает адаптация или утомление и восприятие запаха исчезает, что делает особенно опасным наличие

в воздухе посторонних веществ. В некоторых случаях продолжительное химическое воздействие может привести к постоянному ослаблению или потере обоняния. Такие химические вещества, как озон, формальдегид и хлор, раздражают слизистую оболочку носовой полости. Их воздействие проявляется в «заложенности» носа, аллергии, воспалении слизистой оболочки и насморке. Формальдегид внесен в список канцерогенов, обладает хронической токсичностью, негативно воздействует на генетику, репродуктивные органы, дыхательные пути, глаза, кожный покров. Оказывает сильное действие на центральную нервную систему.

Где же формальдегид может подстерегать нас в нашем собственном жилье? Наиболее распространенным источником формальдегида являются некоторые типы древесностружечных материалов (те самые ДСП, где применяются фенолформальдегидные и карбамидоформальдегидные клеи и смолы), полимерные материалы для отделки полов, внутренней отделки стен, декоративный пластик и декоративная фанера, паласы, краски, фиксативы для защиты и покрытия древесины, утеплители из вспененных смол (пеноизол). Выделяют летучие вещества полимерные материалы долго — от одного-двух месяцев до нескольких лет. В зависимости от материала интенсивность выделения фенола со временем может увеличиваться или уменьшаться.

В еще больших, чем мебель, количествах могут выделять формальдегид линолеум и ковролин. В комнате, где вчера настелили новый линолеум, у людей может заметно ухудшиться самочувствие. С течением времени газ выветривается, и концентрация его в воздухе снижается.

Есть временный гигиенический норматив на формальдегид для воздушной среды жилых и общественных зданий — 0,01 мг/куб. м. Но вот как его «соблюсти»... Ведь в квартире не один стол, а еще и шкаф, и полки, и диван, и кресла, и линолеум, и палас...В атмосферном воздухе концентрация формальдегида обычно меньше, чем внутри жилых помещений.

Самые высокие концентрации формальдегида были в квартирах, где недавно был сделан ремонт и установлена новая мебель — почти 7 ПДК. По итогам еще одного санитарно-химического исследования, в заселенных домах концентрации формальдегида превышали ПДК в 3—5 раз, тогда как в незаселенных домах концентрация формальдегида находилась в пределах 0,01 мг/куб. м (то есть на уровне ПДК). Доля загрязнений формальдегидом за счет мебели — от 30 до 50 %.

Крупные частицы пыли содержащей ртуть, мышьяк и хром, осаждаясь на слизистой оболочке носа, могут вызвать рак носа, изъязвление и прободение носовой перегородки.

Верхние дыхательные пути, трахея, бронхи и легкие испытывают ряд воздействий со стороны токсических и химических препаратов и пыли. В результате возникают реакция гладкой мышцы на раздражение, сенсibilизация с астматическим компонентом, хронический бронхит, эмфизема, и целый ряд специфических к раздражению болезней, таких как силикоз (запыление легких диоксидом кремния), асбестоз — все они

представляют опасность для респираторной функции. Например, силикоз и асбестоз вызывают воспаление, снижая в результате эластичность легочной ткани и газообмен. Именно поэтому было принято решение в странах европейского союза и некоторых других стран об ограничениях применения асбеста в быту.

Легкие, площадь поверхности которых составляет примерно 70 м^2 , и желудочно-кишечный тракт с площадью поверхности около 10 м^2 анатомически и физиологически приспособлены к поглощению — в отличие от кожи, площадь поверхности которой равна 2 м^2 . Так как легкие считаются основным органом, где происходит поглощение токсических веществ, необходимо уделять особое внимание именно этому способу проникновения вредных веществ в организм.

Возможны следующие средства борьбы с этими негативными факторами, воздействующими на человека.

Предупредить образование газов, дыма и пыли в технологическом процессе. Это самый надежный и радикальный способ, который требует существенных материальных, временных и научных ресурсов.

Возможно препятствование выходу соответствующих веществ только в рабочей зоне. Другими словами, допускается выделение вредных для человека веществ. Предметная среда организуется таким образом, чтобы они не выделялись именно в зоне, где работает человек. Проникновению в воздух токсических паров, газов и пыли препятствует герметизация оборудования, емкостей и трубопроводов. В некоторых случаях защищают от испарения специальные защитные вещества — пленки. Иногда при работе с отравляющими веществами, например, применяются манипуляторы, в точности повторяющие движения рук человека, которые исключают непосредственный контакт работника с вредными веществами.

Если второй путь невозможен, необходимо удалять их с помощью вытяжных систем.

Если и это невозможно, необходимо снижать концентрации токсических веществ с помощью общей вентиляции и вентиляторами, прогоняющими воздух непосредственно мимо лица рабочего;

Если же все это невыполнимо, защитить рабочего фильтрующей маской или воздушной маской с обдувом. Во многих случаях существует лишь один путь (помимо удаления сотрудника с рабочего места) уменьшить или предотвратить вдыхание токсических веществ — это использование респираторов. Однако, если защитные средства не обеспечивают достаточного комфорта, необходимой видимости, то ими будут пренебрегать. Если вредное для человека вещество лишено запаха, то психологически степень опасности будет недооцениваться, и защитные средства использоваться не будут в должной степени. Если защитные средства мешают человеку осуществлять необходимые в процессе работы движения, они будут игнорироваться. Нужно также учитывать стремление женщин к благоприятному внешнему виду, которые может портить уродливый респиратор или защитная маска. К

игнорированию защитных средств ведет также увеличенная нагрузка на межреберные мышцы при дыхании, а при использовании аппаратов замкнутого типа дополнительная работа, связанная с их переноской

Если все упомянутые меры невыполнимы, следует отобрать рабочих с хорошей сопротивляемостью к ядовитому веществу и использовать их на короткие рабочие смены.

Разработать организационные мероприятия по поддержанию чистоты станков, аппаратов и осуществлять их регулярно.

Обеспечить рабочих моющейся спецодеждой и организовать ее стирку, создать условия для смывания веществ с кожи человека.

1.1.5.2. Медико-физиологическая классификация тяжести работ

Комплексная оценка факторов рабочей среды производится на основании медико-физиологической классификации тяжести работ. Под тяжестью работ понимается степень совокупного воздействия всех факторов рабочей среды на здоровье человека и его работоспособность. Классификация выделяет шесть категорий тяжести работ.

К первой категории относятся работы, выполняемые в оптимальных условиях рабочей среды при благоприятной физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузке.

Ко второй категории относятся работы, выполняемые в условиях, соответствующих предельно допустимым концентрациям и уровням производственных факторов по действующим санитарным правилам, нормам и инженерно-психологическим требованиям.

К третьей категории относятся работы, при которых вследствие не вполне благоприятных условий труда у людей формируются реакции, характерные для пограничного состояния организма (ухудшение некоторых показателей психофизиологического состояния к концу работы, ухудшение функциональных показателей в момент трудового усилия и т. п.).

К четвертой категории относятся работы, при которых неблагоприятные условия труда приводит к реакциям, характерным для предпатологического состояния у большинства людей. Поддержание работоспособности осуществляется за счет перенапряжения механизмов, компенсирующих нарушения функций организма.

К пятой категории относятся работы, при которых в результате воздействия весьма неблагоприятных условий труда у людей в конце рабочего периода формируются реакции, характерные для патологического функционального состояния организма.

К шестой категории относятся работы, при которых подобные реакции формируются вскоре после начала трудового периода (смены, недели).

Связь рассмотренных категорий тяжести работ с уровнями факторов рабочей среды по ГОСТ 21035—75 устанавливается следующим образом: первые две категории тяжести соответствуют комфортной рабочей среде,

третья категория — относительно дискомфортной, четвертая и пятая — экстремальной рабочей среде, шестая — сверхэкстремальной.

1.1.5.3. Безопасность человека в среде

Актуальность проблем безопасности среды, наверное, невозможно переоценить. По данным, которые приводит Папанек [14], в США ежегодно только из-за домашних бытовых приборов происходит 250 тысяч увечий и смертей в год. Ниже мы приводим список наиболее частых причин несчастных случаев, который может оказаться полезным при проектировании предметной среды для человека.

Возможность оступиться или споткнуться. Эта опасность вызывается размещением предметов на пути движения людей. Опасность увеличивается, если площадь плохо освещена, если люди должны проходить по ней быстро или переносить какие-либо грузы.

Возможность поскользнуться. Полированные поверхности, а также поверхности, которые могут стать скользкими при увлажнении, каплей масла, могут привести к тяжелейшим травмам. Например, человек выходит из подъезда, на полированном бетонном крыльце, покрытом инеем, поскользывается, падает и ломает шейку бедра. Близкие должны его переверачивать в постели, выносить нечистоты и т.п. Пожилые люди после такой травмы, как правило, уже не встают на собственные ноги. Дизайнер должен сильно подумать прежде, чем сделать полированный пол.

Возможность удариться головой. Такая опасность возникает при низких потолках или наличии низко свисающих предметов. В минских маршрутках иногда можно увидеть надпись в салоне: «Место для удара головой». Лучше бы конструктор этой Газели ударился головой!

Возможность удариться об острые края или выступы. Оборудование не должно иметь острых краев или выступов, если существует вероятность зацепиться за них во время движения. Если нельзя избавиться от выступающих частей и скруглить острые углы и края, да простят меня эстеты, их нужно обшивать мягкими материалами.

Возможность зацепиться. Что может произойти и, вероятно, происходит в такой ситуации, когда человек несет кипяток, а рядом годовалый ребенок. Автора настоящего пособия можно обвинить в том, что он фантазирует, «накручивает», причем в сторону фатализма. Не могу с этим согласиться, так как это чистой воды детерминизм, имеющий вероятностный характер.

Электрический удар. Замыкание неизолированных проводов может вызвать ожоги, спазмы сердечной мышцы и даже смерть. Особое внимание следует обращать на возможность попадания жидкостей на проводку. Нужно учитывать, что даже легкий удар электрическим током может вызвать у человека непроизвольную реакцию, которая может привести к серьезной травме.

Возможность защемления. Возможно защемление конечностей, повреждение суставов при изменении положения предметов или их частей в

пространстве. Эти изменения могут быть ограничены (например, конструкцией: движение выдвижного ящика или поворот двери) или не ограничены (падение предмета под воздействие силы тяжести).

Возможность падения. В случае имеющейся вероятности потери равновесия, необходимо предусматривать поручни, перила, ремни и т.п.

Перегрузки. Интенсивность ускорения, торможения, ударов и вибрации не должна превышать пределов, переносимых человеком. Сиденья должны обеспечивать равномерное распределение давления, с помощью ограничителей необходимо стабилизировать положение тела человека в пространстве. Следует употреблять энергопоглощающие материалы для уменьшения передачи энергии ударов и вибрации.

Шум. Должны быть предусмотрены меры, предотвращающие неожиданное оглушение человека. Следует также иметь ввиду, что в ситуации повышенного шума человек может не услышать сигнала, направленного для его собственной безопасности. Кроме этого шум снижает бдительность человека.

Яркий свет. Следует принимать во внимание изменения в окружающей человека среде, которые могут привести к временному ослеплению человека. В последующий период человек не может адекватно воспринимать зрительные сигналы, не может делать точно координированных движений, что может привести к тяжелым техногенным катастрофам.

Ядовитые вещества. Существующая вероятность контакта отравляющих веществ с человеком может стать действительностью с непредсказуемыми последствиями. Советская промышленность очень долго выпускала концентрированную уксусную кислоту, которая продавалась в розничной торговле для бытовых нужд. Никто не знает цифры, сколько детей пострадало от ожогов пищевода.

Атмосфера и давление. Приближение к предельным значения по состоянию вдыхаемого воздуха и его давлению резко снижают эффективность действий и восприятия человека.

Термические травмы. Слишком горячее или холодное оборудование, вещество на рабочем месте таят в себе потенциальную опасность. Пот на руках может оказаться причиной несчастного случая. При окоченении рук от холода человек может выронить инструмент или деталь. Защита от ожогов в результате соприкосновения с горячим металлом, стеклом, жидкостями, паром, воздухом или кислотами должна предусматриваться при конструировании оборудования, бытовых приборов и планировании рабочих мест.

Физическое напряжение. При большой физической нагрузке или при поднятии чересчур тяжелых предметов человек может надорваться или уронить тяжелый предмет на ноги.

Взрыв и пожар. Эти опасности являются наиболее общими и распространенными, и тем не менее многие конструкторы уделяют слишком мало внимания мерам их предупреждения и возможным действиям людей, оказавшихся в этой ситуации. Прочтите книгу Черкашина Н. [22] об аварии на

советской подводной лодке, чтобы понять, насколько актуальны эти проблемы в создании искусственной для человека среды.

В процессе разработки предметной среды необходимо представлять систему в ее различных положениях, в процессе динамических преобразований. Дверки шкафчиков могут открываться иногда под действием сил, которые человек не контролирует. Если дверка открывается вниз, то она может ударить человека по конечности, по голове. Опасность могут представлять движущиеся предметы или способные двигаться. Такие ворота могут стать причиной травмы - достаточно какому-то подростку покачаться на верхней перекладине и они могут упасть на него, причинив очень серьезные повреждения.

Важнейшее современное направление разработок — безопасность изделий. За несколькими примечательными исключениями, реакция необоронных отраслей промышленности на инженерию человеческих факторов была замедленной и часто далеко не восторженной. Это, вероятно, связано с целым рядом причин. Одной из них является то, что инженерные вузы слишком медлили с введением даже в минимальных объемах обучения своих студентов инженерии человеческих факторов (счастливое исключение — факультеты промышленного машиностроения). Другой причиной может быть отсутствие данных, которые прямо и убедительно доказывают влияние человеческих факторов на «фундаментальном уровне».

Современные разработки показывают, что общество придает большое значение вопросам защиты (безопасности). Движение, призывающее к ответственности за качество изделия, изменило лозунг «Пусть остерегается покупатель» на «Пусть остерегаются проектировщик, изготовитель и продавец», а это в свою очередь изменило неприязненное отношение к человеческим факторам. Ничто так не побуждает предпринимателей к проектированию безопасных изделий, как уплата больших штрафов за нанесение телесных повреждений или смерть человека. В одной из своих работ я писал: «Те, кто посвятил свою профессиональную деятельность человеческим факторам или эргономическому движению, с удивлением и благоговейным трепетом наблюдали, как юристы через суды добивались того, чего они сами своими доводами не смогли сделать».

Движение за безопасность изделий или за ответственность при выпуске изделий обратило внимание судов на те достижения инженерии человеческих факторов, которые касаются опасности, возникающей при эксплуатации и обслуживании оборудования и систем. Мы определяем опасность как комбинацию случайности и риска (т. е. $O = H * K$, где O — опасность, H — случайность и K — риск). Случайность определяется как ряд обстоятельств, которые могут быть причиной нанесения ущерба здоровью или смерти. Риск — это вероятность наступления опасного события. Должно быть ясно, что опасность может быть сведена к нулю в некоторой ситуации полным устранением всех случайностей или сокращением до нуля риска.

Устранение случайностей в большой степени является вопросом, касающимся специалистов по человеческим факторам, инженеров по технике

безопасности и представителей заказчика. Риск в большей степени находится под контролем самого индивидуума (или авторитетного лица), который (предположительно) после установления возможности несчастных случаев, связанных с неким событием, решает, стоит, или не стоит рисковать.

После определения всех случайностей и анализа их с точки зрения безопасности изделия или системы мы предлагаем модель, состоящую всего из пяти слов: ПРОЕКТ — УДАЛЕНИЕ — ЗАЩИТА - ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ - ТРЕНИРОВКА. За исключением «тренировки», понятия перечислены в порядке их важности. То есть, как только определена возможность несчастного случая, проектировщик должен постараться разработать проект так, чтобы устранить эту случайность. Предпочтительное средство для уменьшения числа случайностей — хороший с точки зрения безопасности проект.

Если анализ обнаруживает, что возможность несчастных случаев остается и после исследования факторов «проект» и «удаление», то разработчик должен рассмотреть возможность защиты от взаимодействий, чреватых несчастными случаями. Требования к средствам защиты можно найти в работе. Если случайность остается и после отработки факторов «проект», «удаление» и «защита», то тогда проектировщик обязан предостеречь. Введение предостережения означает допущение проектировщиком того факта, что, несмотря на все его усилия, некоторая возможность несчастного случая еще остается.

Пятое понятие в модели — тренировка. Никто не предполагает, что человек без соответствующих навыков будет работать со сложной системой или обслуживать ее. Однако природа и уровень навыков, знаний и способностей, которые требуются для эффективной и безопасной работы и технического обслуживания, должны быть определены специалистами из штата инженеров по проектированию или управлению системами. При продаже оборудования или системы желательно, чтобы потребитель предварительно овладел навыками работы на них и знал требования безопасности.

1.2. Теоретический раздел для 6 семестра обучения

1.2.1. Использование в проектировании закономерностей восприятия

Человек имеет органы чувств, через которые он получает сигналы об окружающей среде. Часть сигналов человек не может воспринять, поскольку органы чувств имеют ограниченный диапазон чувствительности. За пределами этого диапазона человек не слышит и не видит, не чувствует. Так, например, у человека нет органов чувств, которые могли бы непосредственно информировать его о радиоактивном фоне среды, об уровне ультрафиолетового излучения.

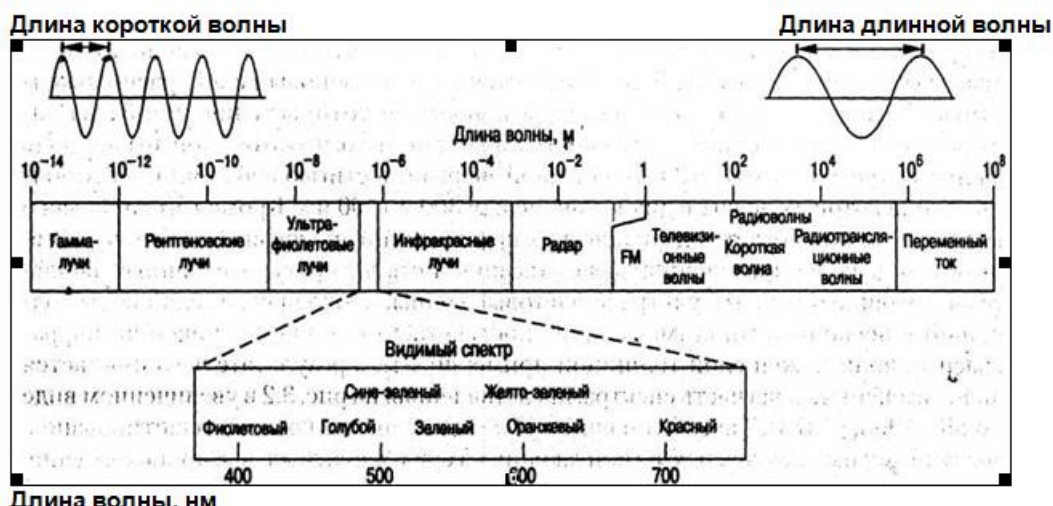


Рисунок 16 – Электромагнитный спектр и зрительное восприятие.

Получить такую важнейшую для своего существования информацию о среде человек может только опосредованно с помощью специальных приборов. Если в формируемой среде существует вероятность возникновения подобных факторов, опасных для человека, и они находятся за пределами чувствительности, то необходимо предусматривать внешние средства, которые могут его информировать об этом.

Чтобы внешний стимул мог быть воспринят человеком, его органы чувств должны быть к этому готовы. Обычно эти процессы имеют произвольный характер и часто люди даже об этом не вспоминают. Если касаться зрительного восприятия, то глаз должен быть повернут в сторону объекта, зрачок должен изменить свой диаметр, хрусталик должен изменить свою кривизну, чтобы изображение оказалось не размытым, сетчатка должна быть адаптирована к интенсивности освещения объекта. В этом сложном механизме важна каждая деталь.

Чтобы внешний раздражитель имел вероятность оказаться в центре внимания человека, он, как минимум, должен достигнуть определенного уровня интенсивности. Дело в том, что восприятие человека имеет надпороговый характер для всех сенсорных модальностей человека: зрения, слуха, обоняния, тактильной, температурной, болевой чувствительности и др. Стимулы, имеющие слишком маленькую интенсивность, не вызывают в соответствующей сенсорной системе человека ощущения. Человек как бы не догадывается об их существовании. Поэтому их необходимо обеспечивать определенным уровнем интенсивности, значительно превосходящим величину абсолютного порога данной сенсорной системы. Например, в дизайне обоев нет смысла делать слишком тонкую текстуру, размер элемента которой будет меньше минимального размера, воспринимаемого человеком. Создавая, к примеру, вывеску для магазина, очень важно сделать ее такой величины, чтобы она легко читалась с определенного расстояния.

Понятно, что при размещении вывески расстояние будет зависеть от величины букв, от качества шрифта, от контрастности букв с фоном, от степени освещенности и т.п. Наибольшую читаемость обеспечивают рубленые шрифты

с прямым написанием знаков. Лучшими из начертаний цифр арабского алфавита считается шрифт Макворта, в котором наклонные линии расположены под углом 45° , и шрифт Бергера, в котором цифры представлены прямыми линиями. Для лучшей читаемости знаков следует выдерживать оптимальные соотношения основных элементов знака: высоты, ширины и толщины линии.

1.2.1.1. Острота зрения

Основным параметром, определяющим читаемость знака, является острота зрения человека, которая измеряется углом зрения. Эта величина одновременно учитывает и расстояние до объекта и его величину. На Рисунок 17 изображена схема, поясняющая понятие угла зрения: объекты с разными линейными размерами могут иметь одинаковый угол зрения в зависимости от расстояния до этих объектов.

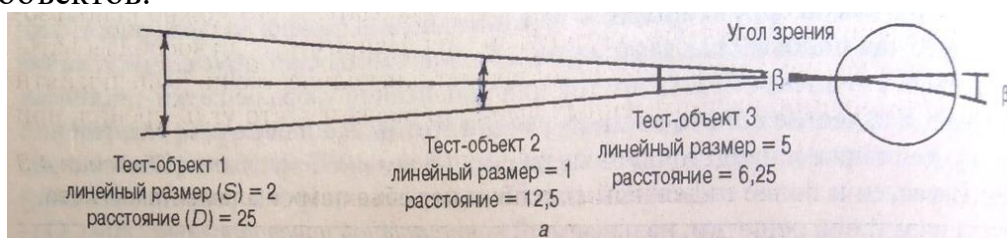


Рисунок 17 – Угол зрения.

Существует несколько видов остроты зрения у человека, которые отличаются по своей величине. Самой высокой является острота обнаружения. Она связана с обнаружением объекта в поле зрения. Ее величина равна $0,5''$ (угловой секунды). Острота локализации или точной настройки (Верньера) в 4 раза меньше - $2''$. Она дает возможность человеку определить, являются ли две линии, концы которых соприкасаются, продолжением друг друга или одна из них смещена относительно другой. Острота разрешающей способности определяет, сможет ли обнаружить человек вместе или порознь отдельные элементы, заметит ли он промежуток между ними. Острота распознавания проявляется в восприятии знакомых наблюдателю объектов (например, букв). Эти два вида остроты зрения имеют примерно одинаковую величину - $30''$. Минимальную величину имеет динамическая острота зрения. Она характеризует возможность человека обнаруживать движущийся стимул и следить за его перемещением.

Эта информация применима к проектированию домашнего кинотеатра. В оценке проектного решения для выбора телевизора и комнаты для просмотра важно учитывать следующие обстоятельства. Если телевизор будет слишком маленьким или расстояние экрана будет слишком большим, то мелкие детали в изображении будут меньше пороговой величины. Человек просто не будет замечать мелких деталей, которые способен отображать экран. Если телевизор будет слишком большим или находиться слишком близко к наблюдателю, то движущиеся по экрану объекты будут мелькать перед глазами.

В движущемся объекте трудно рассматривать детали, так как динамическая острота зрения уменьшается при увеличении угловой скорости

перемещения объекта. В отличие от рассмотренных выше видов остроты зрения, динамическая острота – величина переменная. Она уменьшается по мере увеличения скорости стимула. По данным Шиффа (Schiff, 1980), динамическая острота зрения равна 1–2 при угловой скорости 60° в секунду. К приведенным величинам порогов следует относиться очень осторожно, так как они получены в определенных лабораторных условиях. Для того чтобы человек гарантированно мог видеть детали изображения, в соответствии с рекомендациями П. Фоули, Н. Моури, минимальный размер элемента должен превосходить абсолютный порог примерно в 100 раз.

Еще одно очень важное качество человека, которое необходимо учитывать при проектировании, – это способность различать стимулы. Чтобы стимулы воспринимались человеком как различные, необходимо, чтобы разница между ними превышала дифференциальный порог чувствительности. Применение этих закономерностей чрезвычайно широко, оно встречается у нас на каждом шагу.

При необходимости выделить, акцентировать зону в интерьере с помощью более яркого освещения важно учитывать закономерность, открытую Вебером. Формулировка его такова: отношение дифференциального порога чувствительности к величине стимула является величиной постоянной. Другими словами, чтобы выделить зону в светлом помещении, требуется гораздо больший прирост интенсивности местного освещения, чем для выполнения такой же задачи в темном помещении. Например, в интерьере магазина, который имеет невысокий уровень общего освещения, достаточно легко можно выделить необходимый предмет: достаточно небольшого точечного светильника. Если же в интерьере общий уровень освещения очень высок, то воспользоваться этим приемом вряд ли удастся.

Это может быть применимо при проектировании не только световых, так и акустических сигналов. Как правило, существует необходимость выделять предупреждающий сигнал на фоне шума. Чем выше уровень шума в помещении, тем больше должна отличаться интенсивность сигнала тревоги или предупреждения. Изменение интенсивности сигнала во времени и его спектр необходимо выбирать таким образом, чтобы предупреждающий сигнал можно было отличить от других звуков, которые могут возникать одновременно с ним, а также от других сигналов тревоги.

1.2.1.2. Адаптационные возможности человека

Для того чтобы сигнал был воспринят, органы чувств должны быть к этому готовы. Важным обстоятельством в связи с этим является уровень адаптации. Необходимо иметь в виду, что процесс адаптации занимает определенное время (1-25 мин.), поэтому сигнал может не восприниматься человеком в течение определенного промежутка времени, если зрение не готово. Например, летним днем при входе с улицы в подъезд глазу требуется

определенное время для того, чтобы «привыкнуть» к темноте. Только спустя определенное время вы сможете увидеть кнопку звонка или лифта.

Для дизайнеров интерьера может представлять интерес изменение чувствительности человеческого глаза к цвету в процессе темновой. При уменьшении освещенности зрительная система к зеленой части цветового спектра становится более чувствительной, чем к малиновой. Рассматривая малиновый прямоугольник, обрамленный зеленой рамкой, можно заметить их одинаковую яркость при обычном освещении. Уменьшив уровень освещения в комнате, вы заметите, что зеленая рамка в сумерках воспринимается как светлая, а малиновый прямоугольник как серый (см. Рисунок 18). Это явление получило название эффекта Пуркинье, в честь открывшего его исследователя.



Рисунок 18 – Тестовый материал для эксперимента Пуркинье.

Данная закономерность восприятия активно используется конструкторами приборов: в кабинах транспортных средств большинство приборов, с которых должна считываться информация в условиях низких уровней освещения, имеют оцифровку зеленого цвета; экраны мобильных телефонов часто имеют зеленую подсветку.

Процессы адаптации желательно учитывать при цветовом решении интерьера. В помещениях с низким уровнем освещенности нет смысла долго мудрить с цветовой гаммой. Как известно, «в сумерках все кошки серы». Анатомически наш зрительный анализатор устроен так, что при низких уровнях освещенности мы не в состоянии определять цвета предметов. Следует учитывать, что при высоких уровнях освещенности или светимости предметов, достигающих ослепления человека, все цвета видятся ненасыщенными. Человек видит лишь белый свет. Для тонкого восприятия цветовой гаммы необходим промежуточный уровень освещения, при котором интенсивность находится на некотором оптимальном уровне. Поэтому, если вам необходимо воспринимать цвет с монитора, необходимо его отрегулировать таким образом, чтобы изображение экспонировалось при среднем уровне яркости.

При проектировании пространства для человека бывает важным иметь в виду и такое свойство сенсорных систем, как *эффект маскировки*. Оказывается, то, что мы видим сейчас, частично зависит от того, что мы видели

за 100 – 250 мсек. перед этим. Чем ближе находится маска по времени к сигналу, который необходимо воспринять, тем сильнее будет ее влияние.

1.2.1.3. Фигура и фон в восприятии

Процессы выделения фигуры из фона, наверное, являются наиболее важными для восприятия. С эволюционной точки зрения появление способности различать фигуру и фон вполне оправданно. Наша зрительная система приспособлена для восприятия объемных предметов реального мира, для восприятия различных объектов, выделяющихся и на фоне друг друга, и на общем для них фоне, а не для восприятия и объектов, и фона в виде двухмерных плоских поверхностей

Можно сказать следующее: без выделения фигуры из фона не существует восприятия человека. Как фигура может восприниматься любая четко обозначенная часть поля зрения, в этом случае остальное будет восприниматься как фон. Термин «фигура» тесно связан с понятием «фокус внимания». Фигурой в восприятии становится объект, на который человек обращает своё внимание. Внимание может быть обращено не только на объект зрительного восприятия. Лишь в некоторых специфических состояниях человек не выделяет фигуру. Человек может обратить внимание на камушек в ботинке, звук в другом помещении и т.п.

Что касается зрительного восприятия, то эти закономерности были очень подробно исследованы в первой половине прошлого века психологами гештальтистского направления. Ими были выделены следующие перцептивные отличия фигуры от фона.

Фигура представляет собой «вещь», а контур воспринимается как её очертания. В отличие от фигуры фон воспринимается как некая «субстанция» и кажется относительно бесформенным.

Наблюдателю кажется, что фигура находится ближе к нему, перед фоном, а фон кажется менее четко локализованным, беспредельно простирающимся за фигурой.

Благодаря фону фигура кажется более впечатляющей, значительной и лучше запоминается, кроме того, фигура вызывает больше ассоциаций с узнаваемыми, привычными объектами, чем фон.

Психологи-гештальтисты считали, что «гештальт» (целостность) являются основными структурными неделимыми единицами изучения психики человека. Поэтому уделили большое внимание факторам группирования объектов в фигуру. Ими были исследованы следующие факторы: близости, сходства, однотипной связи, хорошего продолжения, общей судьбы, симметрии, замкнутости. Наиболее подробную теоретическую информацию можно почерпнуть из книги Шиффмана Харви. Ниже мы остановимся лишь на иллюстрации исследованных закономерностей, которые могут оказаться важными для проектирования.



Рисунок 19 – Светофоры на железной дороге.

На Рисунок 19 изображены железнодорожные светофоры. Обратите внимание, что инженеры для светового сигнала специально организовали черный фон, который не бликует на солнце. Именно так выглядят светофоры во многих странах. Кроме этого, сделан козырек, который защищает непосредственно фонарь от воздействия солнечных лучей. Эти конструкции сделаны специально, чтобы обеспечить корректное восприятие сигнала светофора. Именно на данном фоне сигналы различного цвета станут фигурой в восприятии и будут восприняты.

Следующая фотография (см. Рисунок 20) иллюстрирует другую закономерность. В данном случае перед архитекторами стояла задача скрыть от восприятия воздуховод, чтобы он не портил восприятия фасада здания. Поэтому ими были предприняты усилия для его маскировки? для этого выбрали цвет и текстуру, которая не отличима от фасада.



Рисунок 20 – Фигура и фон в архитектуре.

Следует отметить, что для поисковых задач очень эффективным способом является цвет. Именно поэтому при изготовлении спасательного оборудования, жилетов используют цвет, контрастный по отношению к фону: оранжевый жилет на фоне синей или серой воды.

Предлагаем вам рассмотреть Рисунок 21. Ответьте на следующие вопросы:

Что воспринимается как фигура?

Что воспринимается как фон?

Что должно восприниматься как фигура в данном случае?

Какие проблемы вы видите во взаимодействии фигуры и фона?



Рисунок 21 – Вывеска кафе в поселке Мир.

Следующую фотографию (см. Рисунок 22) предлагается проанализировать самостоятельно на предмет использования факторов группировки. Обратите внимание на использование факторов сходства, близости, симметрии и замкнутости. Попробуйте ответить на следующие вопросы:

Какие факторы группировки использованы, для разделения клавиш на основные и служебные?

Какие факторы использованы для выделения цифровой клавиатуры?

Какие факторы использовались для выделения клавиш перемещения курсором?

Какие факторы использовались для облегчения поиска функциональных клавиш?



Рисунок 22 – Клавиатура компьютера.

1.2.1.4. Освещенность

Эргономисты уделили достаточно много внимания влиянию освещенности на результативность зрительно напряженного труда человека. Стало известно, что работоспособность улучшается с ростом освещенности, но не пропорционально росту интенсивности. После некоторого предела увеличение интенсивности освещения не приводит к росту работоспособности. Уровень освещенности, при котором возникает этот переход, зависит от размера и контраста объекта наблюдения.

Также стало понятным, что изменение задания (изменение размера и контраста объекта) приводит к значительно большим изменениям результативности труда, чем изменение освещенности. Другими словами, простое увеличение освещенности является гораздо менее эффективным средством воздействия на результативность зрительно напряженной деятельности, чем изменение ее содержания.

Что известно об оптимальных уровнях освещения для человека? Освещение административного помещения в 200 лк считается непригодным. Уровень освещения выше 600 лк воспринимается как удовлетворительный. Увеличение освещенности выше 600 лк не вызывает существенного роста субъективных оценок. При уменьшении уровня общего освещения ниже 300 лк обстановка кажется слишком мрачной.

Для помещений, в которых работы выполняются исключительно с помощью мониторов, возможна освещенность 150-400 лк. Если работа осуществляется и с бумажными носителями, то возможно общее освещение на уровне 400–550 лк. Увеличение общего уровня освещения существенно снижает контраст изображения на мониторе, что нежелательно. Для ликвидации большого перепада яркости между монитором и листом бумаги необходимо иметь местное освещение для освещения последнего. Одним из средств в трудных ситуациях является осуществление возможности регулировки интенсивности освещения самими пользователями.

В решении вопроса об уровнях освещенности следует руководствоваться следующим принципом: минимальный уровень освещенности рабочего места

должен быть достаточен для выполнения наиболее трудных заданий. В этих целях можно предусматривать дополнительное освещение рабочей зоны.

Требования к освещению рабочих мест устанавливаются строительными нормами и правилами, а также ГОСТ Р 55710-2013 и варьируются для разных предприятий.

Таблица 5 – Зависимость нормативной освещенности от типа помещения.

Тип помещения	Минимальная усреднённая освещённость (люкс)
Торговые залы продовольственных магазинов	400
Производственные цехи механизмов, металлоконструкций и металлоизделий	200
Производственные отделы технического контроля	500
Сварочные и сборочно-сварочные цехи	200
Пути эвакуации зон повышенной опасности	15
Кабинеты и рабочие комнаты, офисы	300
Банковские операционные и кассовые залы	400
Залы ресторанов, столовых	200
Открытые склады логистических центров	20
Рецептурные отделы аптек и отделы оптики	300

Значение минимальной освещённости должно быть обеспечено в течение всего времени работы персонала. Максимальный комфорт на рабочем месте за компьютером в офисе или дома достигается организацией системы освещения с соблюдением следующих основополагающих факторов:

источники света — естественные и искусственные — должны обеспечить равномерную освещенность, без чрезмерно засвеченных или затенённых участков;

расположение рабочего места по отношению к оконным проёмам должно исключать образование световых бликов и отражений в дневное время (то же касается света от электрических ламп в тёмное время суток);

использование нескольких осветительных приборов с согласованными параметрами яркости и цветовой температуры;

отсутствие эффекта мерцания источников света;

использование светильников с максимальным индексом цветопередачи.

Требования к искусственной освещенности рабочего места

Освещение рабочего места делится на виды в зависимости от направления светового потока (общее, местное и комбинированное) и в зависимости от назначения (рабочее, аварийное, охранное и дежурное).

Для создания общего освещения в производственных и офисных помещениях светильники размещаются в верхней части комнаты: на потолке или стенах. Вот почему общее освещение называют ещё «верхним светом». По

своим параметрам искусственный свет на рабочем месте должен приближаться к естественному и соответствовать следующим критериям:

- равномерность размещения источников света;
- достаточная высота подвеса для исключения эффекта ослепления;
- наличие антибликовых плафонов;
- частичное отражение светового потока от стен и потолка.

Местное или локальное освещение организуется с помощью узконаправленных световых приборов, например настольных ламп. Они повышают интенсивность света, так как приближены к рабочим местам. Однако использование только местного освещения без общего не допускается санитарными нормами, так как при этом могут возникать перепады освещенности. Если сотрудник будет часто переводить взгляд с рабочего стола на окружающее пространство и обратно, у него могут появиться проблемы со зрением и снизиться работоспособность.

Следует учитывать, что освещенность поверхности обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника света до этой поверхности. Именно поэтому в больших торговых центрах, где потолки имеют высоту 6-8 метров, используются подвесные светильники на высоте около 3 метров от пола. Это имеет под собой экономическое обоснование, так как позволяет создавать необходимую освещенность при небольших затратах электроэнергии. Для создания необходимого уровня освещенности обычно используется местное освещение. Однако применение местного освещения чревато возникновением теней от предметов, неравномерностью освещенности и возникновением отраженной блескости.

Для расчета оптимальной освещенности необходимо учитывать качество источника света (см. Рисунок 23). Анализируя приведенные данные можно сделать вывод о том, что современные светодиодные лампы выдают световой поток примерно в 10 раз более интенсивный, чем лампы накаливания.

Лампа накаливания, мощность в Вт	Люминесцентная лампа, мощность в Вт	Светодиодная лампа, мощность в Вт	Световой поток, Лм
20 Вт	5-7 Вт	2-3 Вт	Около 250 Лм
40 Вт	10-13 Вт	4-5 Вт	Около 400 Лм
60 Вт	15-16 Вт	8-10 Вт	Около 700 Лм
75 Вт	18-20 Вт	10-12 Вт	Около 900 Лм
100 Вт	25-30 Вт	12-15 Вт	Около 1200 Лм
150 Вт	40-50 Вт	18-20 Вт	Около 1800 Лм
200 Вт	60-80 Вт	25-30 Вт	Около 2500 Лм

Рисунок 23 – Изменения светового потока в зависимости от качества и мощности источника света.

1.2.1.5. Блескость

Блескость – ощущение, связанного с наличием в поле зрения яркости, в значительной степени превышающей яркость, к которой может адаптироваться глаз. Блескость вызывает раздражение, физический дискомфорт, ухудшение видения и даже потерю зрительной работоспособности. Различают два типа блескости: прямая и отраженная.

Необходимо всячески избегать возможности возникновения прямой или отраженной блескости. В идеале проблему блескости можно решить, располагая источники света слева и справа от человека. Но на практике это не всегда применимо. Ниже мы предлагаем иллюстрацию, где показано соотношение между положением светильника и вероятностью появления отраженной блескости. На рис. 21а и 21б – вероятность появления отраженной блескости невелика. Малый угол падения света (б) удобен для выявления неоднородности поверхности в некоторых видах зрительной работы по различению деталей. На рис. 21в и 21г – вероятность появления отраженной блескости больше.

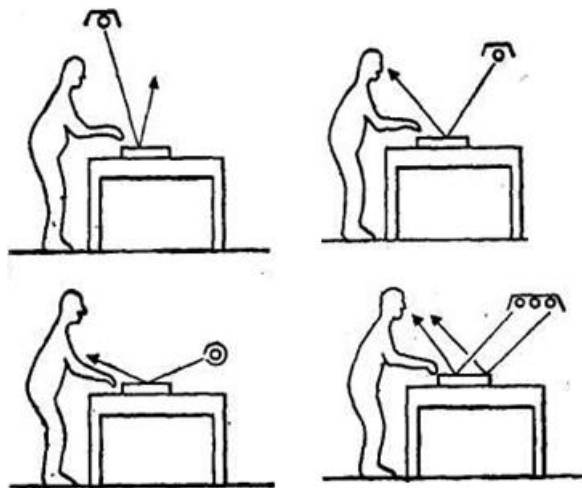


Рис. 21 – Расположение светильников и возникновение блескости.

Для борьбы с прямой блескостью рекомендуется применение следующих средств:

- расположение светильников как можно дальше от линии зрения человека;
- использование нескольких малых светильников с небольшой силой света вместо одного светильника с большой силой света;
- использование светильников с минимальной силой света в зоне прямой блескости;
- увеличение яркости площади, окружающей какой-либо источник блескости;
- использование освещения рабочей зоны с регулируемой силой света и какого-либо метода изменения положения светильника относительно объекта;

- изменение при необходимости положения рабочего места;
- использование экранов, колпаков и козырьков, если непригодны другие методы.
- Для регулирования отраженной блескости возможно применение следующих средств:
- расположение светильников таким образом, чтобы отраженный свет не попадал или почти не попадал прямо в глаза;
- использование светильников с рассеивающими или поляризующими линзами;
- использование поверхностей, рассеивающих свет, например с однотонной окраской, неглянцевой (матовой) бумагой, тканой отделкой;
- изменение ориентации рабочего места или объекта, угла зрения или линии зрения, насколько это необходимо для улучшения видения при выполнении задания;
- поддержание минимально возможного уровня освещенности;
- использование отраженного освещения;
- использование комбинированного – верхнего и бокового освещения.

Вопрос блескости по существу является вопросом об оптимальном соотношении яркости объекта и фона. С 1920–1930-х гг. считалось, что для сохранения зрительного комфорта и высокой работоспособности необходимо устанавливать отношение яркости объекта к яркости фона как 3:1, но не более 5:1. Современные исследования подвергают сомнению эту норму. Есть данные о том, что оптимальное соотношение яркостей объекта и фона составляет 10:1.

1.2.2. Психологические аспекты эргономичности.

Антропометрические данные, столь важные для работы дизайнера, базируются на грубой физической редукции человека. Иными словами, человек представляется исключительно как физическое тело, у которого есть только размерные характеристики, масса и форма. Биомеханические характеристики человека упрощают человека до конструктора, имеющего сочлененные рычаги и линейные двигатели, обладающие определенными характеристиками. Физиологические данные, жизненно важные для создания приемлемой для человека среды, базируются на представлении человека как биологического организма, имеющего в своем составе различные функциональные системы (опорно-двигательную, мышечную, кровеносную, выделительную и пр.), которые способны функционировать только в определенном диапазоне внешних условий. Сенсорная редукция человека абстрагируется от вышеперечисленных «деталей» и рассматривает человека как совокупность сенсорных систем. Общим моментом перечисленных выше упрощений является то, что человек рассматривается как таковой, со своими определенными свойствами, вне процесса взаимодействия с внешней средой. Основанием для выделения тех или иных свойств является предметное содержание отдельных научных дисциплин.

Когда мы используем тот или иной вид редукции человека, мы выделяем в нем только определенную, малую часть его свойств и пытаемся приспособить внешнюю предметную среду, учитывая их. Но ведь человек это нечто большее, чем его скелет, мышцы, тело, глаза, уши, дыхательная система, кровеносная система и прочее! Помните философский парадокс: «Тело – мое, мозг – мой, движения – мои, память, мышление – тоже мои, а кто же я, в конце концов»?

В связи с этим встает множество вопросов относительно психологических аспектов человека и учет их в проектировании. Мы представим здесь отдельные важные аспекты, которые не укладываются в целостную теоретическую систему. Однако они являются важными для проектирования предметной среды.

Важно предвидеть потребности, которые с необходимостью возникнут у человека. Предлагаем в связи с этим осмыслить следующий Рисунок 24 – Коробка для обуви.



Рисунок 24 – Коробка для обуви.

Важно не только предвидеть информационные потребности, но и предоставлять информацию в том виде, который отвечает этим потребностям. Ниже на Рисунок 25 – Информация на сайте для определения гражданином своего участка для голосования изображена страница сайта. Подумайте, как нужно представить информацию для гражданина, который ищет участок для своего голосования.



Рисунок 25 – Информация на сайте для определения гражданином своего участка для голосования.

Ниже представлена фотография пространства возле билетной кассы пригородных поездов. В данном случае выраженных потребностей потенциальных пассажиров нет, есть пространство, которое инициирует этическое поведение людей.



Рисунок 26 – Пространство возле балетной кассы на вокзале.

Ниже представлены две фотографии в которых конструкторы целенаправленно использовали цвет. Подумайте, для чего это было сделано.



Рисунок 27 – Использование цвета для штекеров и гнезд.

Люди, для которых мы проектируем пространство бывают разными: различаются не только их потребности, но и национальная культура, обычаи (См. Рисунок 28).



Рисунок 28 – Интерьер ресторана в Узбекистане.

Важно найти образное решение для того, чтобы сделать сообщение будущим пользователям. Рассмотрите Рисунок 29. Попробуйте, не читая, по стилистике угадать, что это за музей.



Рисунок 29 – Вход в музей национальной культуры.

В некоторых ситуациях рекламы от дизайнера необходимо привлечь внимание покупателя. Сравните это фото с обычной выкладкой минеральной воды в магазине (См.Рисунок 30).



Рисунок 30 – Витрина с водой в магазине.

Очень важно, чтобы сообщение человеку была дано вовремя в нужном месте на понятном языке и сообщение должно быть заметным (См.Рисунок 31).



Рисунок 31 – Надпись на тротуаре.

Предметы должны быть спроектированы таким образом, чтобы человеку было понятно в каком они состоянии и что, следовательно, с ними можно делать. Обратите внимание на Рисунок 32: фото слева соответствует закрытой двери на ночной замок, фото справа соответствует открытой двери.

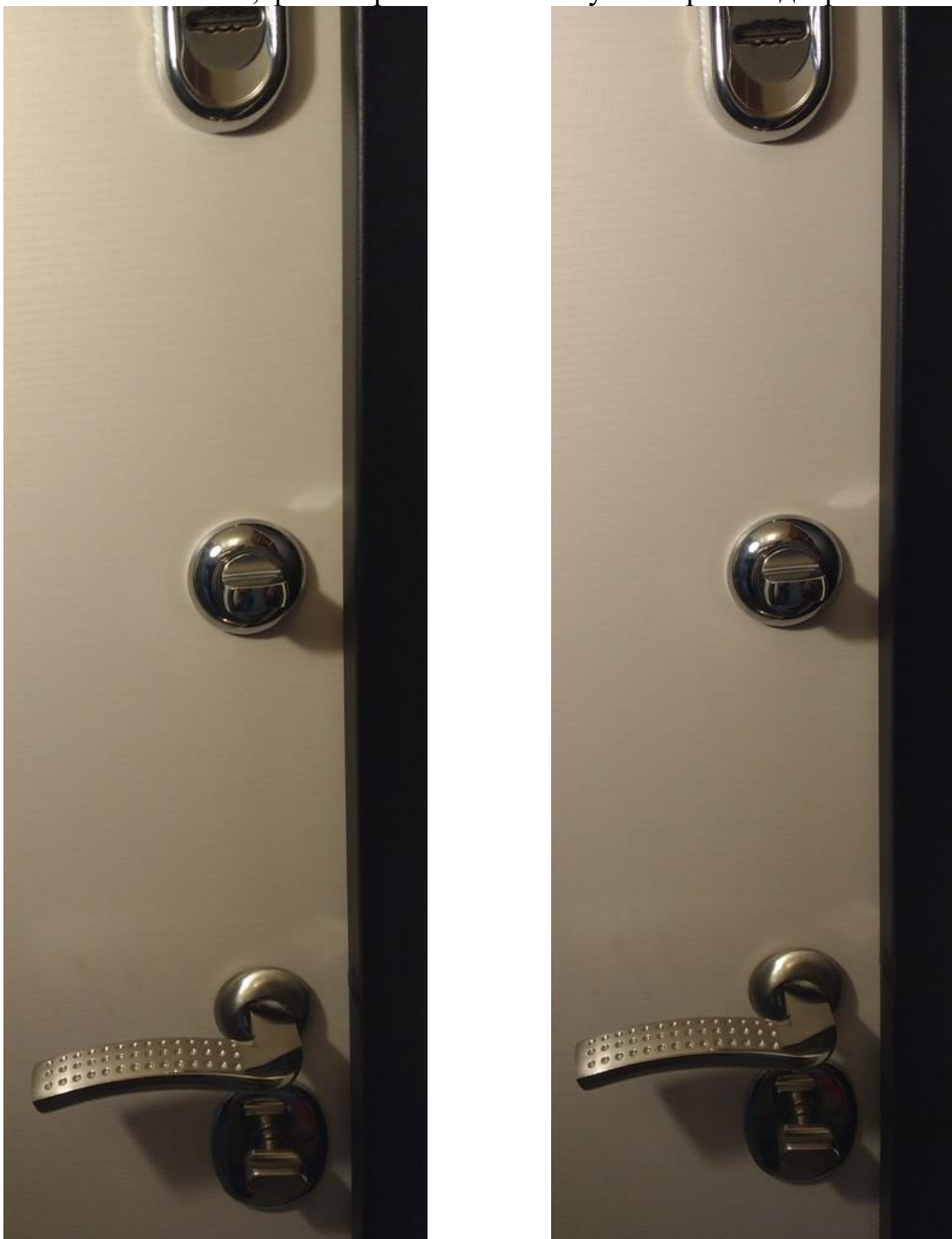


Рисунок 32 – Входная дверь в квартиру.

Можно публиковать множество подобных фотографий, однако цель подобного действия состоит в том, чтобы студенты научились становиться на место пользователя и формировать для него такую предметную среду, которая

была бы ему понятна, привлекала внимание к необходимым элементам, не нагружала излишне его память, соответствовала его потребностям.

1.2.3. Закономерности деятельности их применение в проектировании

Однако, существуют также попытки согласовать предметную среду со свойствами человека, проявляющимися в динамике, в процессе. Одной из таких попыток является стремление согласовывать предметную среду человека с его деятельностью. Деятельность при этом рассматривается как «динамическая система взаимодействий субъекта с миром, в процессе которых происходит возникновение и воплощение в объекте психического образа и реализация опосредствованных им отношений субъекта в предметной действительности». Поэтому деятельность человека можно представить как систему, характеризующуюся целостностью определенного множества элементов, их взаимозависимостью, направленностью на результат.

Эта целостность обладает собственной логикой построения и изменения. Не учитывать этого при формировании пространства для человека – значит закладывать основание проблемы во взаимодействии человека со средой. В данном разделе мы рассмотрим требования к предметной среде человека, вытекающие именно из логики построения, протекания субъект - объектного взаимодействия. В деятельности принято выделять структуру, в которой есть элементы: субъект, объект, средство и условия деятельности.

Термином «субъект» называют «делателя», некий полюс активности, того, кто что-то делает. Субъектом не обязательно должен быть человек, им в конкретном случае может оказаться муравей, который тянет в муравейник веточку. Объектом называется то, на что направлено воздействие делателя (в нашем примере на веточку). Предмет деятельности – это определенная сторона объекта, в данном примере это пространственное положение веточки, которое изменяет муравей. Условиями деятельности являются обстоятельства, которые оказывают существенное влияние на ход деятельности. В нашем случае, это может быть ветер, который мешает или помогает в продвижении веточки. Средств в нашем примере нет. Контакт муравья с веточкой непосредственен. Систематическое использование средств характерно только для человека (хотя встречается и у приматов). Средством обычно называют тот объект, который оказывает воздействие на предмет деятельности. С помощью средства достигается не достижимая ранее эффективность воздействия на объект.

Субъект, объект, средство, условия – это элементы одной системы. Это значит, во-первых, что они зависят друг от друга, во-вторых, что они составляют целостность, единство. Субъект – исключительно сложное понятие, которое объединяет в себе всё множество явных и неявных, актуальных и потенциальных свойств, сконцентрированных на полюсе активности взаимодействия.

Средство необязательно должно иметь материальный, вещный характер, многое зависит от материальности или нематериальности объекта. Если объект деятельности нематериален, то и средства могут быть нематериальными.

Оказывается, что для многих видов деятельности нужны как материальные средства так и не материальные. Только комплекс, единство, двух типов средств может привести деятельность к ожидаемому итогу – необходимому и полезному, требующемуся результату. В связи с этим, Зинченко В.П., один из авторов российского учебника по эргономике, одной из основных задач эргономики считал согласование внешних и внутренних средств деятельности.

Каждый из названных элементов деятельности, в принципе, может быть рассмотрен как система, он является в определенном смысле микрокосмом. Он тоже может быть разделен на определенные элементы, которые взаимодействуют друг с другом.

Все перечисленные выше элементы в системе очень тесно взаимосвязаны друг с другом. Объект и средство, средство и субъект, объект и субъект, средство и условия должны соответствовать друг другу. Если соответствие не установлено, значит необходимый в итоге результат не будет достигнут.

В обществе средство, как правило, создается специально, поэтому его создатель, по идее, должен придать ему определенное соответствие предполагаемому объекту. Это соответствие часто бывает неполным, не точным, с перекосами, не точно соответствовать объекту, субъекту или условиям. Это соответствие характеризуется еще и определенной областью неопределенности или применимости. Кроме этого, для успешного осуществления деятельности средство и субъект должны соответствовать друг другу. Субъект и средство взаимозависимы: для того чтобы предмет превратился в средство, в человеке должна найтись его ответная часть в форме навыков, способностей, готовности. Только в единении средства и субъекта может возникнуть деятельность, человек превратится в деятеля, а какой-то предмет в средство.

Без субъекта нет средства, а есть предмет, непонятно кому и для чего нужный. Только в умелых руках оказывается, что с помощью этого предмета, можно колоть орехи, повесить картину и т.п. Средство во многом определяет, какими свойствами должен обладать субъект деятельности. Интересным примером в этом отношении является двуручная пила. Осуществление деятельности по распиловке древесины возможно только в том случае, когда будут работать два человека, которые будут соотносить свои усилия, прилагаемые к пиле по времени, по силе и направлению. Другими словами, двуручная пила как средство деятельности однозначно требует (!) существования субъекта, состоящего из двух человек.

Подводя промежуточные итоги данного раздела, еще раз подчеркнем, что между понятиями субъект, предмет, средство, условия и результат существуют очень тесные взаимосвязи. Эти понятия в теории определяются одно относительно другого, а в практике они очень тесно взаимозависимы. Нарушение, сознательное или бессознательное, случайное или не случайное, может разрушить целостность деятельности и, как следствие, деятельность не приведет к необходимому результату.

Это положение о необходимости соответствия между всеми элементами целостной деятельности имеет важное следствие для деятельности человека, создающего среду. Усилия, направленные на производство какого-то одного элемента деятельности, без усилий по формированию других элементов будут не эффективными.

Соответствие элементов деятельности, кроме всего прочего, имеет относительный характер. Возможна следующая ситуация: для одного человека ситуация деятельности является приемлемой, а для другого нет. Субъекту также свойственны определенные способности, которые могут оказывать существенное влияние на протекание и эффективность деятельности. Поэтому в практике существования опасных и ответственных технических систем распространен отбор оперативного персонала. Теоретические основы профессионального отбора были заложены еще в 30-х годах прошлого века. Подробно эта тема обсуждается в переводной статье Х. Осберна.

Согласование или рассогласование элементов деятельности имеет статический и динамический характер. Статическое рассогласование возможно по внутренним основаниям, свойственным субъекту или средству. Учет такого рассогласования относится к обязанностям дизайнера. Оно может ликвидироваться либо подбором соответствующего субъекта, либо изменением характеристик создаваемой среды.

Динамическое рассогласование может возникнуть вне субъекта, при изменении условий деятельности. Проектировщик должен заложить в систему такие свойства, которые позволят ей эффективно функционировать в широком диапазоне изменяющихся условий. Источником рассогласований может стать не только внешняя по отношению к системе среда. Изменения, процессы происходят и внутри самой системы субъект-объект. Основным процессом происходящим внутри системы субъект – средство – объект это деятельность.

О деятельности человека в науке существует множество фактических сведений и теоретических построений. В советской психологии теоретические взгляды на деятельность развивал А.Н.Леонтьев. Он утверждал, что многоуровневое образование, она возникает и соответствует мотиву деятельности. Мотив является движущим элементом деятельности, он соответствует потребности человека. Он может быть осознаваемым или неосознаваемым. Мотив порождает деятельность. Он конкретизируется постановкой определенной цели. Цель порождает действия человека. Действия реализуются с помощью системы операций. Это структурная схема деятельности.

Каждый из названных элементов деятельности, в принципе, может быть рассмотрен как система, он является в определенном смысле микрокосмом. Он тоже может быть разделен на определенные элементы, которые взаимодействуют друг с другом. Все перечисленные выше элементы в системе очень тесно взаимосвязаны друг с другом. Объект и средство, средство и субъект, объект и субъект, средство и условия должны соответствовать друг

другу. Если соответствие не установлено, значит необходимый в итоге результат не будет достигнут.

Необходимость согласования всех вышеперечисленных элементов деятельности приводит ученых и практиков к идеологии системного проектирования. Основная мысль заключается в том, что проектировщики обязаны продумывать не только техническую часть системы, но и ее «человеческую» часть. В процессе разработки системы должна быть разработана система отбора персонала, который сможет работать в ней. Перед разработчиками ставится задача к моменту изготовления системы разработать программу отбора, обучения персонала, который смог бы работать и успешно выполнять поставленные задачи. Обязанностью разработчиков считается разработка такой технической документации, которая была бы исчерпывающим руководством для обслуживания системы. Только такое проектирование считается системным. Только такие разработки можно считать соответствующие современным требованиям.

Еще одна сложность заключается и в том, что средство имеет системную природу. Поэтому зачастую рассогласование в деятельности может иметь свои корни в недостаточной системности разработки самого средства. Если в фотоаппарате предусмотрена возможность съемки с большой выдержкой, то необходимо спроектировать и опору, съемка без которой изображение снимка будет нерезким. Если вы создаете мобильный телефон, то необходимо предусматривать, как он будет человеком храниться, носиться. Вероятно, нужно предусматривать конструкцию сопутствующих товаров, чехлов, одежды и т.п.

Это кажется само собой разумеющимся. Однако, к сожалению, сплошь и рядом мы можем наблюдать обратную ситуацию. Отчего же это происходит? На первый взгляд, в силу определенной специализации проектировщиков и фирм изготовителей. Представьте себе инженера-радиоэлектроника, разрабатывающего одежду для ношения мобильного телефона! Это кажется парадоксальным, но ведь только что это было само собой разумеющимся. В результате получается так, что одни разрабатывают мобильный телефон, другие ломают голову над тем, как же его приспособить к телу человека, чтобы он не очень сильно влиял на человека. В результате мы имеем возможность наблюдать практически стихийное развитие технических средств.

Действительной причиной такого подхода к проектированию мы считаем ограничения парадигмы технического проектирования. Для инженера-электроника, действительно, самыми главными являются технические проблемы будущего изделия. К примеру: насколько хорошо будет передаваться сигнал от телефона, на каком расстоянии должны быть приемо-передающие станции, как создать более энергоемкую батарею, какие материалы нужны для этого применить, сложнейшей проблемой является микроструктура применяемой микросхемы, как скомпоновать структурные части телефона в целостное изделие, как сделать конструкцию, которую можно будет легко, быстро и дешево производить.

Соответствие элементов деятельности, кроме всего прочего, имеет относительный характер. Возможна следующая ситуация: для одного человека ситуация деятельности является приемлемой, а для другого нет. Излагаемый ниже пример проиллюстрирует это положение. Вы никогда не ездили в японском автомобиле по нашим дорогам? Дело в том, что руль у них находится справа. Для того чтобы обогнать впереди идущую машину необходимо точно оценивать расстояние до встречного транспорта. Если водитель сидит справа за рулем, то эта информация становится ему доступной только после того, как он выедет на встречную полосу. А тут уже как повезёт. Мягко говоря, не оптимальное расположение водителя в кабине приводит фактически к формированию средства деятельности, не приспособленного к нашим дорогам и правилам движения. Водитель не имеет возможности удовлетворить свою информационную потребность о динамической ситуации на дороге, следствием является повышенная вероятность лобовых аварий.

Опытный водитель в ситуации с правым рулем изменит стиль своего вождения: станет вести себя очень осторожно на дороге, избегать проблем, связанных с обгонами, обгонять только на таких участках дороги, где он издали видит встречный транспорт. Неопытный водитель может легко попасть в аварийную ситуацию. Много зависит от степени обученности конкретного человека и его возможности адаптироваться к такому автомобилю. Поэтому в эргономике распространены попытки изучения различных систем профессионального обучения. Субъекту также свойственны определенные способности, которые могут оказывать существенное влияние на протекание и эффективность деятельности. Поэтому в практике существования опасных и ответственных технических систем распространен отбор оперативного персонала. Теоретические основы профессионального отбора были заложены еще в 30-х годах прошлого века. Подробно эта тема обсуждается в переводной статье Х. Осберна.

Согласование или рассогласование элементов деятельности имеет статический и динамический характер. Статическое рассогласование возможно по внутренним основаниям, свойственным субъекту или средству. Например, габариты мойки слишком велики, и ребенок не может достать до струи воды, сушилка для посуды находится на высоте, не доступной для ребенка. Этот аспект проектировщик (дизайнер) обязан иметь в виду, принимая решения относительно размеров мойки и расположения сушилки. Учет такого рассогласования относится к обязанностям дизайнера. Оно может ликвидироваться либо подбором соответствующего субъекта, либо изменением характеристик создаваемой среды.

Источником рассогласований может стать не только внешняя по отношению к системе среда. Изменения, процессы происходят и внутри самой системы субъект-объект. Основным процессом, происходящим внутри системы субъект – средство – объект это деятельность. О деятельности человека в науке существует множество фактических сведений и теоретических построений. В советской психологии теоретические взгляды на деятельность развивал

А.Н.Леонтьев. Он утверждал, что многоуровневое образование, она возникает и соответствует мотиву деятельности. Мотив является движущим элементом деятельности, он соответствует потребности человека. Он может быть осознаваемым или неосознаваемым. Мотив порождает деятельность. Он конкретизируется постановкой определенной цели. Цель порождает действия человека. Действия реализуются с помощью системы операций..

Рассмотрите Рисунок 33. Что не правильно в конструкции ящиков? Какая операция в деятельности покупателя будет затруднена?



Рисунок 33 – Ящики для хранения вещей в супермаркете.

Рассмотрите ниже Рисунок 34. Сравните два различных исполнения емкости для круп. Какой из вариантов более приемлем для деятельности человека и почему? Какую роль в этом играют использованные материалы?



Рисунок 34 – Два варианта емкостей для круп.

Дизайнерам следует помнить, их решения во многом определяют состав, структуру и динамику человеческой деятельности.

1.2.4. Роль эргономиста в процессе проектирования

Аксиомой является то, что любая область науки или техники развивается в зависимости не только от способностей своих членов, но также от применения улучшенных средств и методов. Область человеческих факторов не является исключением. Первый, по нашему мнению, является основополагающим. Мы должны уметь выявить, определить и проанализировать деятельность индивидуумов и бригад индивидуумов до того, как сможем рассчитывать на создание симбиоза. Анализ задач, продукт плодотворного ума Роберта Миллера, представляет собой значительный шаг вперед по сравнению с прежними методами анализа деятельности: получаемые с его помощью данные, будучи правильно подобранными, могут быть полезными для всех специалистов по человеческим факторам. Однако адекватное исследование взаимосвязанных, взаимодействующих функций коллективов, состоящих из отдельных индивидов, могло бы, по нашему мнению, многое выиграть от дополнительной разработки метода анализа задач.

В качестве второго примера рассмотрим разработку улучшенного на базе компьютера моделирования, имеющего особенно большое значение для развития более совершенной методологии человеческих факторов. Быть в состоянии исследовать альтернативные динамические взаимоотношения человек — машина задолго до того, как какая-либо «жестянка сломается», — это ресурс, который может дать жизнеспособный метод эффективного раннего участия в разработке систем и в процессе обнаружения возможных недостатков, это ответ на критику типа «слишком мало, слишком поздно», которая часто обращена в сторону нашей профессии. Необходимо исследовать компромиссные решения, что важно для разработок всех систем, пока еще есть время для реализации обещающих альтернатив. И это еще один пример того,

как вклад профессии человеческих факторов может быть увеличен благодаря помощи цифрового компьютера.

Разработка систем человек-машина имеет ярко выраженный междисциплинарный характер. Интегратором подобных систем является их функция. Как правило, сознательным носителем функциональности является человек. Поэтому задачей эргономиста является проекция принимаемых проектных решения на плоскость деятельности человека. Только оптимальная организация будущей деятельности человека может обеспечить приемлемую эффективность функционирования системы.

1.2.5. Эргономика в архитектуре и дизайне помещений

1.2.5.1. Эргономическая программа исследований при разработке проекта помещения

Все мы знаем, что неблагоприятные условия окружающей среды могут затруднить или даже сделать совсем невозможной успешную деятельность людей. Проектируя среду, в которой люди живут, - и работают, мы понимаем, что люди часто подвергаются положительным или отрицательным воздействиям в той мере, в какой используемые ими физические объекты соответствуют особенностям человеческого тела, сенсорной и двигательной систем и поведения. Любое жилище накладывает ограничения на его обитателей, и разработанная по соответствующим проектам среда обитания может облегчать или усложнять выполнение жизненных функций. Отмечается, что особенности объектов пользования могут предотвращать несчастные случаи, уменьшать травматизм и облегчать восстановление здоровья как прямым, так и косвенным образом. Такие термины, как «эффективность», «удобство», «безопасность», «успех» и «удовлетворение», отражают потребность в формировании непосредственного окружения в соответствии с индивидуальными запросами человека. Представленная в данном разделе информация рассчитана на то, чтобы помочь вам уяснить, какое значение имеют пространство, здание, оборудование или организованная среда обитания для потребителей и их деятельности, чтобы предотвратить создание неэффективных, несовершенных и небезопасных условий, дать им возможность реализовать свой личный выбор и в сущности достигнуть оптимальной для человека окружающей среды.

Основная предпосылка заключается в том, что проекты архитектурного объекта и интерьера должны начинаться с критического анализа сложившейся ситуации и создаваться, по крайней мере частично, на основе анализа целей проектирования с учетом человеческих факторов, критериев и требований. Как это осуществить, когда наши усилия часто ограничены имеющимся временем, средствами, ресурсами и квалификацией персонала, а также навязываемыми ограничениями, правилами и инструкциями? Принципиальным ответом на этот

вопрос является представленная здесь эргономическая программа. Именно содержание этой работы поможет вам как члену коллектива проектантов архитектурного объекта или интерьера усовершенствовать среду обитания с точки зрения потребителя.

В работе проектировщиков среды обитания переплетаются искусство, наука и техника. Работа архитекторов, дизайнеров интерьеров и взаимодействующих с ними специалистов базируется на интуиции и спонтанности, информации и методологии. Эта деятельность еще не сформулирована в своей исчерпывающей полноте. Работа проектировщиков окружающей среды характеризуется непрерывным балансированием между фактами и искусством, и они видят в этом залог успеха. С одной стороны, вы рассматриваете потребности и пожелания потребителя, с другой — рисуете в воображении физические конструкции и спланированную среду обитания, которые соответствуют этим пожеланиям и требованиям. Изобретательность немыслима без такой ассоциации. Эргономическое программирование может ускорить этот процесс, направляя вас на ключевые моменты каждой стадии проектирования.

Термин «тип здания» относится к маркировочным знакам или ключевым словам, которые определяют основные изделия, профессиональные знания и архивы по вопросам архитектуры, дизайна интерьера и смежные дисциплины. Принципиальным предположением эргономической программы является то, что вы знаете историю типа здания, которое пытаетесь спроектировать. Нужно изучить рассматриваемый тип здания, чтобы уяснить цели и определить альтернативы. В процессе работы следует выявить ежедневный уклад жизни и виды деятельности, характерные для существующих зданий этого типа. Вы должны знать, какие проектные решения оказались удачными, а какие — неудачными, по каким причинам и в каких условиях.

Вы не сможете сказать, что знаете все о рассматриваемом вами типе здания, пока не получите определенное представление о следующих его особенностях.

Планировка, особенности внутренних пространств и площадей рассматриваемого типа здания.

Размеры, форма и другие общие свойства внутренних пространств.

Организация маршрутов передвижений для выполнения требований производственной деятельности, надежности, безопасности и эффективности.

Совместимость с деятельностью потребителя и окружающей средой.

Основные типы мебели, принадлежностей и оборудования, особенности проекта, которые могут влиять на выполнение работы, получаемое от нее удовлетворение и пользу. Причины, по которым мебель, приспособления и оборудование расположены именно таким образом. Группы потребителей и виды деятельности, которые требуют специальных мебели, принадлежностей, размещения указателей, а также требования безопасности и события, которые хотя и маловероятны, но должны рассматриваться как значительные для проекта

Технические условия и стандарты, учитывающие влияние температуры, влажности, движения воздуха, звука, шума, освещения и климатических условий на работоспособность и комфорт. Наиболее важные в текущий момент детали проекта, относящиеся к особенностям окружающих сооружений, плотности транспортных потоков между ними, их направлениям и расстояниям, соображениям безопасности и климатическим условиям, особенностям месторасположения, потребностям в стоянках транспорта и системах обслуживания. Влияние новой продукции и развивающейся технологии на характеристики традиционного типа здания.

Ниже представлена эргономическая программа включающая вопросы, на которые нужно дать ответ, чтобы спроектировать производственно-бытовую среду в соответствии с пожеланиями и требованиями пользователя.

1.1. Цели проекта. Каковы цели проекта с учетом существующей ситуации, предполагаемых потребностей, развивающихся событий и образа будущего?

1.2. Альтернативы. Какая альтернатива наилучшим образом соответствует поставленным целям, если сравнивать возможные направления деятельности по выполнимости, последствиям и наличию ресурсов?

1.3. Организационные особенности. Программы и службы. Какие программы, службы, рабочие графики будут действовать в первый период использования помещений?

2. Организационная структура. Каковы отношения между группами людей и организациями, которые используют помещение и влияют на осуществляемую в нем деятельность?

2.1. Вероятности переделок. Как скоро может потребоваться изменить или расширить помещение? Какие события могли бы наиболее вероятно привести к такому требованию?

3. Особенности потребителя. Категории потребителей. Кто будет использовать сооружение? Можно ли этих потребителей сгруппировать по категориям? Сколько человек будет включать каждая категория?

3.1. Описание деятельности потребителя. Каковы характерные занятия потребителей? Что известно об объеме, времени выполнения и длительности предполагаемых занятий?

3.2. Социокультурные характеристики. Каковы привычки, стили, нормы и традиции потребителей? Являются ли эти характеристики стабильными или возможно их изменение?

4. Планировка площадей.

4.1. Площади. Какие площади требуются для обеспечения пользующихся помещением?

4.2. Планировка площадей. Какая планировка площадей наилучшим образом соответствует пожеланиям и требованиям пользующихся ими?

4.3. Размещение мебели, принадлежностей и оборудования. Какие мебель, принадлежности и оборудование как закрепленные, так и передвижные требуются для каждого участка помещения?

4.4. Критерии оценки окружающей среды. Что следует предпринять для уменьшения влияния на потребителей температура, влажности, движения воздуха, освещения, шума, отвлекающих и раздражающих факторов, источников опасности и климатических условий?

4.5. Удобство, надежность и безопасность. Понадобятся ли для какой-либо группы потребителей или вида деятельности специальные принадлежности, мебель, планировка площадей, указатели, отделка поверхностей и т. п.? Какие специальные меры надежности и безопасности необходимы для событий, вероятность которых мала?

5.0. Поверхности.

5.1. Характеристики поверхностей. Каковы особые требования к поверхностям? Как каждое из них может влиять на потребителя?

5.2. Указатели. Каковы конкретные предложения для обозначения указателей?

5.3. Долговечность и удобство обслуживания. Имеются ли в распланированном помещении участки, на которых требуется особое внимание к обеспечению долговечности и удобства обслуживания их поверхностей?

6.0. Транспортные потоки.

6.1. Потоки информации. Какие лица и группы лиц должны обмениваться информацией и каково содержание и частота таких обменов?

6.2. Потоки людей. Сколько людей будет входить, выходить и перемещаться в помещении, с какой целью и как часто? На каких участках помещения вероятно наиболее интенсивное движение?

6.3. Потоки оборудования и материалов. Какое оборудование и материалы должны транспортироваться в помещениях? Как они будут транспортироваться и какова предполагаемая частота их перемещений?

6.4. Важнейшие схемы потоков. Какие предлагаются схемы для уменьшения потоков информации, людей, оборудования и материалов? Каким образом предложение отвечает требованиям эффективности, удобства, надежности и безопасности?

7.0. Организация пространства.

7.1. Предлагаемая организация пространства. Какой наилучший способ удовлетворения требований соседнего размещения площадей и передвижения лиц в данном помещении? Какие преимущества и возможности разрешения проблем заложены в предлагаемой схеме?

7.2. Потребности в площадях. Какова расчетная площадь каждого участка помещения?

8.0. Соображения по поводу месторасположения.

8.1. Требования к строительной площадке. Каковы требования к строительной площадке и каким потребностям они отвечают?

8.2. Факторы планирования. Каковы особенности населения на территории вокруг строительной площадки? Как используется окружающая земля, каковы географические и исторические особенности и сезонные климатические условия? Какие юридические органы и группы представителей населения микрорайона будут участвовать в определении разрешенных способов использования территории постройки?

8.3. Воздействие на сферу обслуживания. Каково будет воздействие занятий потребителя на существующие общественные и частные службы? Понадобится ли улучшение или расширение существующих служб?

8.4. Планировка участка. Как должен быть спланирован участок, чтобы обеспечить максимальную совместимость характеристик постройки, особенностей местности, пожеланий пользователя, соседей и населения микрорайона и требований к внешнему пространству с точки зрения организации движения, удобств и формирования ландшафта?

1.2.5.2. Эргономические аспекты: планировка кухни

Если мы рассматриваем практическую задачу, то необходимо иметь в виду её многоаспектность. Эргономические вопросы важны, но они являются лишь одной стороной формируемого пространства. Перед проектировщиком возникают проблемы конструкции, инженерных сетей, материалов, цены и эргономики. Планировка кухни в первую очередь зависит от планировки квартиры или дома. Кухня не может располагаться в любом месте. как правило архитекторы предполагают расположение кухни и для этого размещают соответствующие инженерные коммуникации: водоснабжение, канализацию, вентиляционный стояк, электроснабжение и(или) газоснабжение.

Если электроснабжение при строительстве квартиры можно переносить относительно свободно, то газоснабжение, вентиляционный стояк, канализационный стояк дизайнер перенести в другое место не может, так как это внутридомовые сети. Поэтому местоположение кухни (помещения) практически определено проектом дома.

Зависимость от канализации более сильная, чем от водоснабжения. Канализация на кухнях делается безнапорная, вода должна удаляться из мойки самотеком, поэтому необходимо обеспечить уклон канализационной трубы 3-4см. на метр трубы. Следовательно, максимальная удаленность мойки от стояка определяется разницей высот выходного отверстия мойки и входного отверстия стояка. Чем меньше расстояние до стояка и чем больше уклон, тем быстрее будет уходить вода из мойки. Сеть водоснабжения имеет внутренне давление, поэтому местоположение смесителя воды не критично.

Еще одна проблема, которую необходимо решить, это вентиляция кухни. Как правило, на кухне имеется только одно отверстие в вентиляционный стояк. Вентиляция необходима во время приготовления пищи и в другое остальное время. Вытяжка представляет собой отверстие воздухопровода, снабженное электрическим насосом вытягивающим воздух в вентиляционный канал. Чтобы вытяжка эффективно работала необходимо выполнить два условия: первое -

необходимо, чтобы она высасывала воздух исключительно над варочной поверхностью, и второе – чтобы был обеспечен соответствующий приток воздуха в помещение кухни. Если выполнить первое условие, то возможно нарушение вентиляции в то время, когда вытяжка не работает. Поэтому необходима установка обратного клапана, который работает следующим образом: перекрывает обычную вентиляцию при работе вытяжки, открывает вытяжное вентиляционное отверстие при выключении работы вытяжки.

Самой большой проблемой для кухни является необходимость внешнего притока воздуха для работы вентиляции. Поскольку мощность вытяжной вентиляции ограничена, то при отсутствии притока свежего воздуха она перестает работать. Для обеспечения нормальной работы вентиляции необходима организация внешнего притока воздуха. Это можно организовать либо из уличного пространства за счет неплотности окон, входных дверей либо установкой специального приточного клапана. Более подробную информацию можно почерпнуть по ссылке <https://www.youtube.com/watch?v=16nkZdr5xk8>.

Общая планировка кухни определяется тремя основными предметами, которыми часто пользуется человек: это холодильник, мойка для посуды и плита. Идеальной является планировка, при которой эти объекты образуют в плане рабочий треугольник со сторонами от 0,7м. до 1,3м. В связи с этим выделяют несколько планировок кухни.

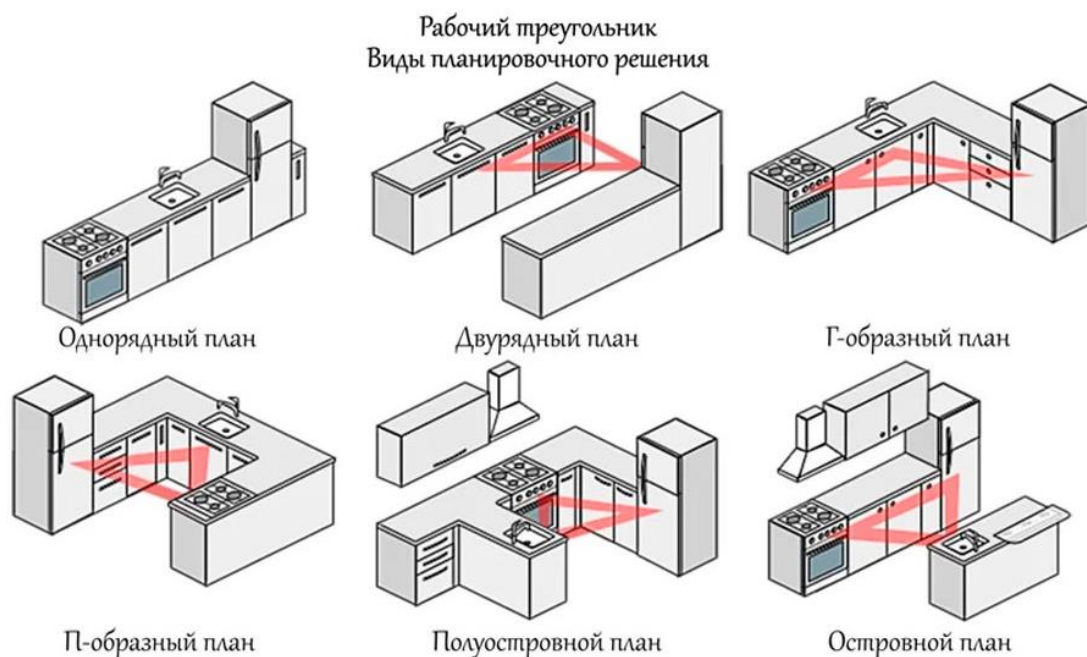


Рисунок 35 – Варианты планировок кухонного гарнитура.

Однорядная кухня самая простая в изготовлении, в ней нет углов, компактна, однако, она провоцирует человека на не удобные движения вдоль фасадов. Наличие острова на кухне часто провоцирует обходные траектории перемещения человека. Двухрядная планировка кухни приемлема только в узких удлинённых помещениях при наличии места для обеденного стола. Угловая планировка сложна в проектировании, требует оснащения специальными выдвижными корзинами для оборудования углового шкафчика.

двухрядная планировка может быть использована только в том случае, если ширина прохода составляет не менее 140см. П-образная планировка пригодна только для больших по площади кухонь. Её следует выбирать только при удовлетворительном решении по использованию углов. Полуостровная кухня может быть использована только при необходимости зонирования пространства. Выбор того или другого варианта планировки зависит от особенностей конкретного помещения и заказчиков. В интернете достаточно много источников для информации по данному вопросу, например <https://alkor-kyhni.ru/planirovka-kuhni-varianty-pljusy-i-minusy/>.

1.2.5.3. Эргономические аспекты: мебель, мебельная фурнитура

Решения, связанные с выбором мебели, могут существенно повлиять на деятельность человека и на достижение основных целей эргономики. Следует учитывать множество моментов, которые будут перечислены ниже.

Высота столешниц должна выбираться исходя из роста людей, который будут готовить на кухне. Неправильный выбор высоты может повлечь увеличение статических нагрузок на мышцы плеч или спины. Высота стола для приема пищи должна быть меньше высоты рабочих поверхностей.

Высота стульев должна выбираться в зависимости от высоты поверхности стола.

Следует следить за высотными размерами полок верхнего яруса, четко понимать, какие предметы нужны в быстрой зоне доступа и сколько для них нужно высоты. Не рациональное использование высоты пространства влечет за собой хаос в деятельности человека.

Исходя из состава семьи (пользователей) необходимо определять оптимальное количество посуды и её расположение. В этом вопросе важен принцип разумной достаточности. При использовании посудомойки следует учитывать необходимость хранения нескольких комплектов посуды на тот же состав пользователей.

При распределении предметов следует пользоваться следующим принципом: предметы, наиболее часто используемые должны размещаться приоритетно в наиболее доступных местах. Следует следить за тем, что продукты, используемые для горячего приготовления, должны располагаться возле плиты. Предметы, необходимые для сервировки стола, должны иметь место поблизости стола. Предметы, необходимые для мойки посуды, должны располагаться поблизости.

1.2.5.4. Эргономические аспекты: оснащение кухни

Нужно понимать, что оснащение кухни зависит не столько от располагаемого бюджета, сколько от площади самого помещения. Не следует перегружать маленькое помещение большим количеством техники, функциональные характеристики пространства из-за этого могут даже ухудшиться. Дизайнер должен понимать возможности, которые представляет площадь помещения. В оснащении кухни существуют приоритеты:

вентиляцией нельзя пренебрегать в пользу эстетики. Можно установить посудомойку на маленькую кухню, но тогда будет недостаточно места для продуктов. Дизайнер должен соблюдать баланс между различными аспектами оснащения. На кухне нужно организовать пространство таким образом, чтобы человек не чувствовал себя зажатым, скованным.

При выборе стола, следует учитывать необходимость комфортного сидения за столом. Для одного взрослого человека нужно выделять около 55 см. края стола для комфортного сиденья следует учитывать наличия пространства под столом для расположения ног.

Если помещение маленькое по площади, но высокое, имеет смысл использовать предоставляемые возможности. Необходимо целенаправленно воздействовать на двигательную сферу человека в соответствии с перечисленными принципами экономии движений.

Для верхнего яруса шкафчиков лучше использовать открывающиеся фасады, а для нижнего яруса выкатные ящики. Это даст возможность эффективно использовать по назначению пространство, которое находится над полом в глубине шкафчиков.

При выборе направлений открывания фасадов следует избегать конфликтов при открытии нескольких фасадов, а также возможностей их полного открывания. Если фасады открываются вверх, то нужно предусмотреть возможность их закрывания.

Важным моментом на кухне является освещение. Рабочие поверхности должны быть равномерно и достаточно освещены с использованием местного освещения. При этом необходимо учитывать опасность возникновения прямой и отраженной блескости. Освещение поверхности стола для приема пищи следует организовать таким образом, чтобы не возникали жесткие тени на его поверхности.

Все технологические процессы должны быть рассмотрены пооперационно, для того чтобы обеспечить необходимые и достаточные условия для их осуществления.

Большие по площади кухни должны предоставлять пользователям какие-то дополнительные функциональные возможности. Обычная ошибка состоит у них в том, что периметр рабочего треугольника становится слишком большим. Вместо дополнительного комфорта пользователь получает сомнительное «удовольствие» бегать по ней из угла в угол.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Настоящий раздел предназначен для осмысления студентами теоретической информации, полученной на лекциях и представленной в учебном пособии. В процессе проработки материала и обсуждения вопросов вскрывается возможное его непонимание студентами, формируется основа для сознательного его применения в практике проектирования.

2.1. Практический раздел для 5 семестра обучения

2.1.1. Тема «Введение в эргономику»

Объект и предмет эргономики.

Цели эргономики

Методы эргономики.

Задание сфотографировать бытовой предмет. В комментарии указать свойства конструкции, которые определяют функциональность предмета.

2.1.2. Тема «Цели эргономики»

Эффективность деятельности человека.

Функциональный комфорт.

Безопасность человека.

Задание сфотографировать бытовой предмет. В комментарии указать свойства конструкции, которые увеличивают эффективность деятельности человека.

2.1.3. Тема «Понятие и структура эргономических показателей»

Эргономическая оценка.

Последовательность этапов оценки.

Формирование критериев оценки.

Задание сфотографировать бытовой предмет. В комментарии указать критерии потребительской оценки, которые увеличивают эффективность деятельности человека.

2.1.4. Тема «Антропометрические характеристики человека»

Статические параметры человека.

Габаритные размеры, размеры отдельных частей человека.

Динамические параметры человека.

Понятие распределения.

Понятие перцентиля.

2.1.5. Тема «Антропометрические характеристики человека»

Выполнить практическое задание: определить максимальную высоту сушилки для кружек для женщины с ростом пятого и пятидесятого перцентиля.

Для выполнения задания используются антропометрические таблицы из пособия.

2.1.6. Тема «Опорно-мышечная система и движения».

Основные характеристики движения человека.

Кинематические цепи.

Принципы экономии движений.

Проектирование двигательного пространства.

2.1.7. Тема «Принципы экономии движений».

Задание: Из выданного набора предметом выбрать необходимые для просеивания муки. Обосновать выбор. Расставить предметы в пространстве в соответствии с принципами экономии движений. Обосновать расстановку. Сделать видеозапись просеивания муки с комментариями. Обосновать действия в соответствии с принципами экономии движений Гилбрета.

2.1.8. Тема «Физиологические системы человека»

Основные физиологические системы человека.

Предельно допустимые концентрации и уровни.

Перечень физических и химических факторов среды. Требования к ним, их влияние на физиологические системы человека.

Оценка воздействия физических и химических факторов среды.

2.2. Практический раздел для 6 семестра обучения

2.2.1. Тема «Эргономические аспекты: планировка кухни»

Вопросы для обсуждения.

зависимость планировки от характеристик помещения.

факторы, определяющие планировку кухни.

понятие «рабочего треугольника».

2.2.2. Тема «Эргономические аспекты: мебель, мебельная фурнитура»

Вопросы для обсуждения.

Ошибки при выборе фурнитуры.

Ошибки при расстановке мебели.

Ошибки при выборе размеров мебели.

2.2.3. Тема «Использование в проектировании свойств ощущений»

Чувствительность органов зрения. Понятие порога чувствительности.

Понятие адаптации органов чувств.

Острота зрения.

Сенсорные адаптационные возможности человека.

Применение указанных сенсорных свойств при создании предметной среды.

2.2.4. Тема «Освещенность. Блескость»

Практическое задание на выбор и расстановку светильников в утвержденной планировке квартиры. Студентам требуется выбрать необходимые источники света по мощности в зависимости от площади помещений и представить соответствующий расчет. Необходимо выбрать тип светильника и обосновать его. На плане необходимо указать место расположения светильников и места выключателей.

2.2.5. Тема «Фигура и фон в восприятии»

Понятие фигуры.

Взаимодействие фигуры и фона.

Перцептивные различия фигуры и фона.

Условия восприятия фигуры.

Применение указанных закономерностей при создании предметной среды.

2.2.6. Тема «Психологические аспекты эргономичности»

Понятие деятельности человека.

Структура деятельности. Системная парадигма деятельности.

Субъект и объект деятельности.

Потребности и мотив деятельности.

Структурные элементы деятельности.

Применение указанных закономерностей при создании предметной среды.

2.2.7. Тема «Психические процессы в деятельности»

Психический образ, его роль в регуляции деятельности человека.

Внимание в процессе деятельности.

Виды внимания.

Использование указанных закономерностей при создании предметной среды.

2.2.8. Тема «Психические процессы в деятельности»

Мышление в деятельности человека.

Применение указанных закономерностей при создании предметной среды.

2.2.9. Тема «Обратная связь в деятельности человека»

Обратная связь и ее роль в деятельности человека.

Виды обратной связи.

Применение обратной связи при создании предметной среды.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Теоретические вопросы к итоговому экзамену

Объект и предмет изучения эргономики. Основные цели и задачи.

Система человек-машина-среда. Понятие и основные свойства системы.

Объективные причины возникновения эргономики.

Основные этапы развития эргономики: коррективная и проективная эргономика.

Структура эргономических свойств и показателей техники.

Эргономичность техники. Основные показатели, характеризующие эргономичность.

Антропометрические показатели. Статические и динамические антропометрические признаки.

Статистические характеристики антропометрического признака. Распределение статистического антропометрического признака. Понятия перцентиля. Правила применения перцентилей.

Опорно-двигательная система организма.

Характеристики движения человека. Пространственные и временные.

Принципы экономии движений.

Движения в трудовой деятельности человека. Биомеханические аспекты проектирования рабочего места.

Перемещение тяжестей. Способы уменьшения физической нагрузки работающего.

Организм. Физиологические системы человека.

Физиологические показатели эргономичности. Состав и основные характеристики (освещение, шум, температура, вибрация и т.п.).

Создание климатических условий для физиологических систем организма. Применение в проектировании среды.

Эргономические аспекты рабочей позы человека.

Статические нагрузки. Источники их возникновения. Влияние на человека.

Химические и физические факторы внешней среды.

Эргономические аспекты безопасности труда.

Потенциальные опасности среды. Применение в проектировании.

Системное проектирование систем человек-машина. Понятие системы, элементов, связи.

Процесс проектирования. Роль эргономического проектирования в этом процессе.

Понятие деятельности человека. Структура, основные элементы.

Динамический аспект деятельности человека.

Закономерности деятельности их применение в проектировании.

Критерии качества трудовой деятельности.

Сущность, содержание и структура эргономического проектирования.

Эргономика в архитектуре зданий, помещений.
Эргономические аспекты городского пространства.
Программа эргономического проектирования интерьера.
Эргономические аспекты планировки жилых помещений.
Эргономические аспекты пространства кухни.
Эргономические аспекты оборудования кухни.
Эргономические аспекты предметов повседневного быта..

3.2. Требования к курсовому проекту

Необходимо составить перечень видов деятельности, которые будет осуществлять человек в Вашем интерьере. (Как человек будет в создаваемом Вами интерьере чистить картофель, рыбу, мыть посуду, кастрюли?)

Необходимо спроектировать мебель в соответствии с требованиями эргономики и расположить ее в пространстве. Особое внимание необходимо обратить на доступность основных зон и предметов.

Важно, чтобы основные процессы деятельности на кухне осуществлялись легко, без излишних затрат энергии, чтобы вероятность несчастных случаев была сведена к минимуму.

В курсовой проект должны входить следующие составляющие с указанием размеров в миллиметрах:

- исходный план кухни,

- общий план кухни с мебелью в масштабе 1:20 с указанием холодильника, плиты, мойки;

- развертка 4 стен в масштабе 1:20 с фасадами и указанием способов открывания;

- развертка стен с мебелью без фасадов в масштабе 1:20 с высотными размерами;

- вертикальный разрез основной стены с мебелью;

- план полов;

- план с указанием розеток, выключателей, и осветительных приборов;

- перечень предметов, техники и кухонной утвари с указанием размеров и количества;

- развертка стен с мебелью без фасадов с указанием места хранения всех предметов;

Интерьер должен быть долговечен, легко обслуживаться. В связи с этим необходимо указание на используемые материалы и обоснование выбора именно таких материалов.

Особенно нужны размеры полок, способы доступа к ним.

Необходимо обеспечить человека в нужных местах необходимым освещением, чистым воздухом и достаточным объемом пространства.

Следует рассчитывать на семью из 4 человек (2 детей) среднего достатка.

Знание мебельной фурнитуры будет приветствоваться.

Защита работы будет заключаться в обосновании принятых проектных решений.

Проект, создаваемого Вами интерьера, должен не противоречить здравому смыслу, чувству композиции и цвета.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Рекомендуемая литература

Основная

Психология труда, инженерная психология и эргономика: учеб. для вузов/ Е.А.Климов [и др.]; под ред. Е.А.Климова, О.Г.Носковой, Г.Н.Солнцевой.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Юрайт, 2024. – 661 с.

Дополнительная

Мунипов В.М. Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды. Москва 2001

Джулиус Панеро, Мартин Зелник Основы Эргономики. Человек, Пространство, Интерьер. Справочник по проектным нормам.. М.: АСТ: Астрель, 2008, 319с.

Чардымов А.И. Пространство для человека: эргономический аспект. Учебное пособие. Минск: ГИУСТ БГУ, 2012, - 144 с.

Сенсорика и перцептивные процессы. Л.А. Вайнштейн, Минск, БГУ, 2002

Основы инженерной психологии. Изд. 2-е/ Под. ред. Б.Ф. Ломова. Москва 1986

Эргономика: принципы и рекомендации М., 1983.

Человеческий фактор. Под ред. Г.Салвенди, тт.1-6. М.: Мир, 1991

Справочник по инженерной психологии. Под ред. Б.Ф.Ломова. М.:Машиностроение, 1982. 368с.

У.Вудсон, Д.Коновер Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов. Под ред. Венда В.Ф. М.:Мир, 1968, 518с.

Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. Редакторы Клиффорд Т.Морган, Альфонс Чапанис, Джесси С.Кук, Макс У.Ланд. М.:Машиностроение, 1971, 488с.

Попов Г.И. Биомеханика двигательной деятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Г. И. Попов, А.В. Самсонова. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 320 с. — (Сер. Бакалавриат).

Папанек В. Дизайн для реального мира/В. Папанек. — М.: Аронов. 2004. — 414с.

Черкашин Н. «Хиросима» всплывает в полдень / Черкашин Н. — М., 1993. — 124с.

4.2. Электронные ресурсы

Биомеханическая характеристика силовых качеств [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fkis.ru/page/1/101.html>. — Дата доступа 22.01.2025.

Анатомия движения [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://a-mov.ru/books/bernstein-ocherki-po-fiziologii-dvizhenij-i-fiziologii-aktivnosti.html>. — Дата доступа 09.02.2025.

Учебная программа [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/302746> . — Дата доступа 09.02.2025.