



УДК 615.471:617.7

Е. П. Попечителей

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Влияние рабочей обстановки на функциональное состояние человека

Проведен анализ влияния основных факторов, определяющих рабочую обстановку, на функциональное состояние человека, в зависимости от того, какое место он занимает в структуре биотехнической системы. Возможны два положения для человека: оператора, управляющего биотехнической системой, и пациента, выступающего в роли объекта интереса. Рассмотрены вопросы организации рабочего места, каналов информационного обмена и условий окружающей среды.

Рабочая обстановка, биотехническая система, человек-оператор, человек-пациент, функциональные возможности, организация рабочего места, каналы информационного обмена, окружающая среда

Представления о человеке как об элементе сложного технического комплекса (ТК) было бы незавершенным без обсуждения влияния рабочей обстановки, в которой происходит его контакт с техническими блоками комплекса и другими участниками деятельности, на его здоровье и поведение. При этом он может занимать в таком комплексе два положения – быть объектом изучения – например, как пациент во время выполнения медицинских процедур, или выполнять функции элемента, управляющего всем комплексом. Эти два положения предъявляют к человеку разные требования, и он может оказаться под воздействием многих внешних факторов, не учтенных при организации работ. К таким факторам, например, следует отнести природно-климатические условия в рабочем пространстве, техническое обеспечение рабочего места, социальную среду и другие, которые, являясь активными факторами, могут существенно повлиять на здоровье и поведение человека, что может привести к ошибочным выводам и решениям.

Технические системы, включающие человека как элемент их структуры, относят к классу биотехнических систем (БТС) [1], [2], при этом человек, управляющий БТС, выполняет функции человека-оператора (ЧО_{БТС}) [3], [4], а человек на месте

объекта изучения в общем случае определяется как человек-пациент (ЧП_{БТС}) [5], [6]. В статье проведен анализ влияния основных факторов, определяющих рабочую обстановку, на функциональные возможности человека в зависимости от того, какое место он занимает в структуре БТС.

Рабочая обстановка для человека-оператора и человека-пациента. Следует сразу иметь в виду, что рабочая обстановка для человека-оператора (ЧО) и человека-пациента (ЧП) существенно различается по многим параметрам, и это определяется разным характером их деятельности. Для ЧО_{БТС} – это специально оборудованное рабочее место, на котором он находится в течение всего времени работы, для ЧП_{БТС} место и продолжительность его нахождения может изменяться в зависимости от его состояния и выполняемой медицинской процедуры – от индивидуальной палаты до особой лаборатории или кабинета врача определенной специализации. При любом положении человека его деятельность совершается в рабочей среде, которая на какое-то время становится средой его обитания.

Человек как элемент природы постоянно формирует *среду своего обитания*, причем в каждом конкретном месте она создается теми людьми, которые в ней живут и работают, окружая себя необходимыми средствами труда. Но эта среда

способна оказывать прямое (или косвенное через другие объекты) в данный момент или в будущем воздействие на все стороны их жизни. Для ЧО_{БТС} эта среда относительно постоянна и может изменяться под действием, например, климатических факторов, смены решаемых задач, большой ответственности за их выполнение, наличия других специалистов, работающих в этом же помещении, и других причин. А для ЧП_{БТС} она изменяется достаточно быстро в связи с новыми диагностическими или лечебными мероприятиями, которые требуют перехода в другие условия их выполнения. Каждый раз ЧП_{БТС} должен приспосабливаться к новым условиям, и это не всегда проходит бесследно для него из-за новой обстановки, ожидания новых воздействий, опросов, неприятных ощущений, вида других больных людей. У людей с неустойчивой психикой такие переходы могут вызывать отрицательные последствия для здоровья.

В соответствии с современными представлениями во внешней среде, кроме естественной природной, которая охватывает объекты живой и неживой природы, следует выделять несколько неразрывно взаимосвязанных компонентов, появившихся в окружающей среде в ходе эволюции человечества и созданных в процессе освоения и приспособления природной среды к его потребностям:

- агротехническая среда, обеспечивающая человека продуктами питания и материалами для производства необходимых для жизни изделий;

- искусственная среда, включающая жилище, одежду, производство, транспорт, информационные службы и т. п.;

- и так как человек не может действовать один, то при общении людей возникает еще одна так называемая социальная среда, которая устанавливает обычаи, привычки, законы и правила общения между людьми.

Конечно, такое деление условно, так как природные факторы действуют на человека в определенных социальных условиях и могут существенно измениться в результате производственной и хозяйственной деятельности людей.

Для организации работы человека в среде обитания выделяется некоторое *рабочее пространство*, при выборе которого необходимо выполнить несколько требований, оказывающих влияние на производительность его труда. Необходимо:

- задать объем пространства, окружающего одно или несколько совместно работающих лиц;

- определить конкретное *рабочее место* для каждого участника работы, включающее *рабочую зону* и *зону его отдыха*;

- обеспечить рабочую зону и зону отдыха всеми необходимыми техническими и иными средствами;

- определить климатические условия и подключить средства управления климатом;

- установить правила общения с другими людьми, если они попадают в его рабочее место.

Для группы совместно работающих операторов это пространство должно быть расширено за счет дополнительного расстояния между рабочими местами каждого члена группы.

Обычно при проектировании рабочего процесса для ЧО_{БТС}, который должен выполнять сложную самостоятельную работу, ограничиваются определением условий труда, охватывающих несколько соглашений, в которых отражаются требования к уровню профессиональной подготовки работника, нормы взаимоотношений в коллективе, требования к организации рабочего места и другие. Обо всех этих соглашениях, как правило, договариваются до начала выполнения работы; затем они подписываются со стороны нанимателя и работника и с этого момента начинается их взаимодействие. Однако этого недостаточно для полной характеристики той *рабочей ситуации*, в которую попадает ЧО_{БТС} или ЧП_{БТС}, когда начинает выполнять свои функции. Необходимо учитывать еще ряд факторов, характеризующих сам трудовой процесс:

- средства и предметы, с которыми связывается человек в процессе решения поставленных перед ним задач;

- процессы труда, включающие действия человека как субъекта или объекта познания и выполняемые технологические операции, используемые в процессе контакта с техническими средствами;

- продукты труда, как целевые, так и побочные в виде рабочих отходов и образующихся вредных для человека примесей в воздушной среде;

- производственные отношения (организационные, экономические, социально-психологические, правовые и др.), отличающиеся от отношений в обычной социальной среде.

Эти факторы существенно осложняют деятельность человека и заставляют искать пути оптимизации его рабочего места, включать в его среду обитания дополнительные технические

средства для контроля его состояния и поведения и управления ими. Они также отличают условия его работы от условий других возможных работ человека, связанного с разработкой, ремонтом, обслуживанием или использованием технических комплексов в собственных интересах. Кроме того, человек теряет свое физическое и психическое благополучие, когда психологическая напряженность работы, вызванная общением с другими участниками, большая ответственность за результат и возможность получения неприятных ощущений могут вызвать нарушения функционального состояния человека с соответствующими последствиями. Могут также возникать трудности, связанные с отсутствием необходимых технических средств, позволяющих выполнять работу с высокой эффективностью, или при наличии средств с низкими эксплуатационными качествами.

Отмеченные факторы искажают восприятие осведомительной информации, нарушают мыслительные процессы и могут привести к принятию неверных решений ЧО_{БТС} по управлению и применению БТС. Для ЧО_{БТС} они могут существенно влиять на его текущее физиологическое состояние и функциональные способности, тормозя процессы принятия решений и замедляя его двигательные реакции. Влияние этих факторов на ЧП_{БТС} может быть еще более серьезным, способствуя усилению патологических состояний и ухудшению состояния здоровья.

Пространство среды обитания, в которой происходит непосредственный контакт ЧО_{БТС} с техническим комплексом (ТК), определяется как его *рабочая зона* – часть функционального помещения, выделенного для непосредственного нахождения одного человека (или малой группы, если одновременно работают несколько человек) на все время работы. Обычно это пространство высотой не менее 2 м над уровнем пола охватывает площадку, на которой находится место постоянного или временного пребывания ЧО_{БТС}. Различают нормальную и максимальную рабочие зоны, а оставшуюся часть отводят на зону отдыха. В нормальной зоне деятельности обычно располагаются наиболее часто используемые средства и выполняются основные виды работ; редко употребляемые средства помещаются за ее пределами в максимальной зоне. Если для выполнения задания используется группа операторов, то рабочие места

следует размещать с учетом взаимосвязей участников общей работы, принимая во внимание последовательность выполняемых работ.

Место, аналогичное рабочему месту ЧО_{БТС}, должно быть определено и для ЧП_{БТС}. Обычно он помещается в больничную палату, для него предусматриваются кровать, тумбочка для личных вещей, бытовая техника и пространство, в котором он может выполнять простые процедуры без применения сложной медицинской техники. Для выполнения сложных обследований предусматриваются специализированные лаборатории и врачебные кабинеты, чтобы исключить влияние диагностических и лечебных процедур на других больных. В домашних условиях ему также должны быть даны определенные рекомендации, в соответствии с которыми будут ограничены контакты с внешним миром (постельный режим, ограничения контактов с другими людьми, рекомендации по питанию и т. п.), и инструкции по применению бытовой медицинской техники.

Что же касается врача, использующего медицинскую технику для выполнения различных мероприятий, то его функции практически совпадают с функциями человека-оператора, поэтому при организации его рабочего места можно воспользоваться рекомендациями, которые созданы для ЧО_{БТС}. Разница между этими разными рабочими зонами будет заключаться только в наборе технических средств и технологиях выполнения рабочих функций.

Организация рабочей зоны для ЧО_{БТС} и ЧП_{БТС}. При решении вопросов об организации рабочих зон для ЧО_{БТС} и ЧП_{БТС} необходимо учитывать ряд эргономических требований, влияющих на состояние и поведение человека [4]:

- *антропометрические*, определяющие соответствие оборудования свойствам и характеристикам человека, а также обеспечивающие рациональную и удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку руки и т. п.;

- *физиологические*, учитывающие естественные ограничения на объемы и способы представления информации, поступающей через сенсорные и эффекторные модальности к человеку, а также влияющие на скорость мышления, количество и качество рабочих движений человека;

- *психологические*, соответствующие рабочим навыкам человека, возможностям восприятия и переработки им информации, а также процессам принятия решений;

– *психофизиологические*, включающие учет предельных физических нагрузок и нервно-психического напряжения, которые могут привести к нарушению физиологических функций;

– *эстетические*, обуславливающие эстетическое отношение к техническим средствам, которыми пользуется человек в процессе работы.

Учесть все перечисленные требования не всегда удается, поэтому организация рабочей зоны считается сложной задачей. Затруднения возникают прежде всего при попытках рационального расположения всех необходимых элементов ее оснащения. Рабочая зона должна включать как все технические средства для поддержки деятельности человека, так и вспомогательное оборудование, которые он может использовать при выполнении рабочей задачи или во время кратковременной передышки. Сюда входят: мебель, технические средства сбора и обработки информации, устройства передачи управляющих команд и поддержки здоровья. Кроме того, требуется поддержка необходимых параметров микроклимата в рабочей зоне (освещение, температура, влажность, содержание кислорода и т. п.), которые устанавливаются в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями. И, наконец, стоит задача обеспечения требований санитарной гигиены (контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны) и безопасного проведения работ.

Рабочие зоны для любого рабочего процесса проектируются в соответствии с антропометрическими данными, а любые технические средства должны быть правильно расположены по отношению ко всему рабочему пространству. Зона считается удобной, если она вся охватывается взглядом; хорошая обзорность в сочетании с постоянством мест хранения необходимых документов и инструментов должны уменьшать потери времени на их поиск. Рабочие зоны могут различаться для разных задач и для членов одной группы по параметрам, определяющим их поведение и взаимосвязи с другими участниками работы.

Взаимное расположение всех предметов на рабочем месте должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления человека, предупреждению появления ошибочных действий – действия должны быть наиболее экономичны, без излишних движений. В соответствии с требованиями эргономики определяются размеры зон оптимальной досягаемости, в которых работа наименее утомительна, и рабочая поза. Рас-

положение объектов наблюдения и технических средств управления должно находиться в границах оптимальной видимости, что позволяет наблюдать их без поворота и наклона головы в соответствии с центральным полем зрения человека.

Взаимодействие человека с техническими средствами. При формировании рабочей зоны человека наиболее важно независимо от положения в БТС организовать его связи с техническим комплексом, к которому он подключен. Такие связи для разного положения человека в структуре биотехнической системы существенно различаются, но всегда одна из них позволяет передать сигналы от человека в технический комплекс, а другая – от технического комплекса на человека [4].

Для ЧО_{БТС} эти связи осуществляются через средства отображения осведомительной информации и устройства передачи команд. Средства отображения информации определяют субъективное пространство восприятия ЧО_{БТС}, в котором размещены источники информации, учитывающие сенсорные модальности человека. Устройства передачи команд включают органы управления, рассчитанные на его эффекторные модальности.

Совсем другие технические устройства используются при организации связей ЧП_{БТС} с техническим комплексом – для этого связи содержат измерительные преобразователи и устройства воздействия. Измерительные преобразователи позволяют оценить параметры состояния ЧП_{БТС}, а устройство воздействия – оказать управляющие воздействия на него.

Таким образом, при анализе положения человека в структуре БТС легко установить четыре возможных точки контакта человека с техническими устройствами. Эти точки отображены на рис. 1 (элементы связи человека с техническими узлами), причем первые две отображают контакты для ЧО_{БТС}, последующие – контакты для ЧП_{БТС}. Эти пары контактов вместе формируют два канала информационного обмена: первая пара соответствует каналу обмена для человека-оператора (КИО_{ЧО}), а вторая – каналу для человека-пациента (КИО_{ЧП}). В КИО_{ЧО}, кроме того, должны быть включены естественные сенсорные и эффекторные модальности ЧО_{БТС}, которыми он пользуется в обычной жизни, а для КИО_{ЧП} необходимо учитывать положение этих узлов относительно тела человека для оптимального съема диагностической информации и способа оказания воздействий на ЧП_{БТС} без нарушения его целостности.

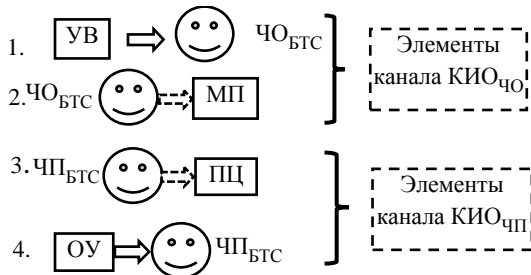


Рис. 1

Можно выделить два типа контактов: первый связан с воздействиями на человека (контакты 1, 4 – широкие стрелки), а второй – с реакциями человека (контакты 2, 3 – широкие пунктирные стрелки). Для обозначения входных или выходных технических узлов, с которыми непосредственно контактирует человек, использованы следующие символы: УВ – устройства воспроизведения информации, рассчитанные на сенсорные модальности ЧОБТС; МП – «моторное поле», учитывающие его эффективные модальности; ПЦ – первичные цепи измерительных преобразователей и ОУ – оконечные устройства генераторов воздействий, которые имеют непосредственный контакт с ЧПБТС.

В качестве УВ могут использоваться различные устройства для воздействия на сенсорные анализаторы человека: цифровые индикаторы и экраны мониторов для зрительного анализатора, устройства воспроизведения звуковых сигналов для слухового анализатора, набор тактильных или электрических раздражителей для тактильного анализатора. МП легко представить в виде набора переключателей и кнопок, рычага или руля, микрофона, светового сигнализатора и других средств, приспособленных для передачи команд от ЧОБТС. При выборе ПЦ учитывается физический носитель сигнала, передающего информацию об измеряемом параметре состояния ЧПБТС, а для ОУ – способ воздействия на него с целью изменения его состояния. Известен большой арсенал технических средств, позволяющих выбрать оптимальный набор этих элементов в зависимости от задач, которые решает человек с помощью биотехнической системы.

Последующие каскады устройств, включаемые после отмеченных узлов, уже относятся к структуре технических блоков, в которые они входят как их элементы. Для ЧОБТС – это система отображения информации (СОИ) и пульт управления (ПУ), а для ЧПБТС это – измерительные преобразователи (ИП) и ОУ генераторов воздействий

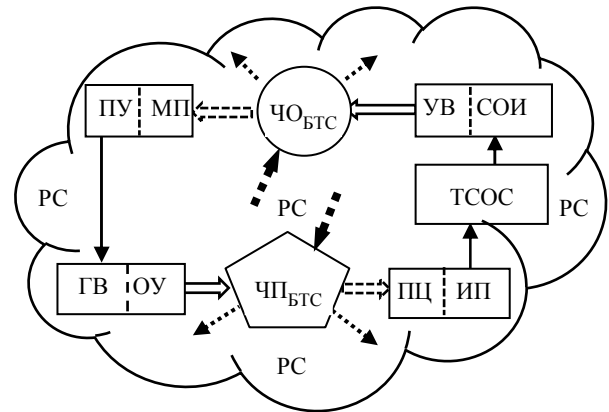


Рис. 2

(ГВ). Положение этих узлов и технических блоков, в которые они входят, отражено в структуре диалоговой системы «ЧОБТС ↔ ЧПБТС» на рис. 2, на котором введены дополнительные обозначения: ТСОС – технические средства оценки состояния по данным измерительных преобразователей; сплошные черные стрелки указывают на связи в технических блоках; широкие черные пунктирные стрелки отражают влияние рабочей ситуации на ЧОБТС и ЧПБТС, а тонкие пунктирные стрелки – влияние ЧОБТС и ЧПБТС на нее; остальные стрелки повторяют обозначения на рис. 1.

Введение отмеченных узлов и блоков вызвано только тем, что в структуру БТС включены два биологических звена – ЧОБТС и ЧПБТС. Эти блоки никак не связаны с задачами, решаемыми БТС, и, по существу, представляют собой единственную биотехническую часть системы, так как при разработке этих узлов необходимо учитывать параметры и свойства тех частей организма человека, с которыми они будут связаны [7]. Оснащение этих каналов информационного обмена определяют требования к рабочему месту человека в структуре БТС независимо от его роли в системе. И даже если в качестве объекта интереса ЧОБТС выступает внешний технический комплекс, включение этих дополнительных узлов все равно необходимо, чтобы работа ЧОБТС была осознанной.

В общем случае кроме каналов информационного обмена в дополнительные технические средства могут быть включены различные сервисные устройства, которые непосредственно не участвуют в анализе информации и формировании командных решений [4]. Потребность в них возникает при выполнении многих сопутствующих задач, связанных с работой и здоровьем ЧОБТС, таких как записи протоколов работы, хранение промежуточных результатов, информа-

ция обо всех службах помощи, средства контроля и управления текущим состоянием самого ЧОБТС, а также состоянием рабочей среды в помещении, где находится человек.

Сведение функций ЧОБТС к интеллектуальной работе приводит к уменьшению физической нагрузки на человека. За пользование техническими достижениями человек должен жить в жесткой зависимости от принятых в его окружении правил поведения и образа жизни, платить частью своей свободы – он становится «рабом» среды, которую сам же создает. Какая-то часть свободы личности, отдаваемая в обмен на преимущества комфортного существования, постоянно держит человека в состоянии нервно-психического напряжения. В определенных неблагоприятных стрессовых ситуациях психические нагрузки, возникающие из-за социальных факторов или интенсивности и ответственности выполняемой работы, могут превысить стойкость резервных адаптационных возможностей, прежде всего нервной системы человека, и привести к срыву, принятию неверных решений, ошибкам в выполнении команд. Лишение же человека двигательной активности вызывает утомление и усталость, порождает неуверенность в правильности принимаемых решений, возможны более сложные изменения его состояния. Поэтому особое значение приобретает соблюдение оптимального режима труда и отдыха, выполнение специальных физических упражнений, снижающих это утомление, и наличие в рабочей зоне средств первой медицинской помощи.

Влияние параметров рабочей среды на состояние человека, включенного в БТС. Вредными условиями труда считаются условия, характеризующиеся наличием опасных и вредных факторов (ОВФ) в рабочей среде, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего. В зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия ОВФ могут стать опасными и вызвать такие отклонения в состоянии здоровья, которые рассматриваются как профессиональные заболевания, приводящие к возникновению эффекта «*психологической усталости*» и даже к летальному исходу [8]. Поэтому в рабочей зоне необходимо обеспечить такие уровни ОВФ, которые не вызывают ухудшения состояния здоровья человека и не повышают вероятность возникновения заболеваний.

Для исключения необратимых изменений в организме человека и его защиты от негативных воздействий со стороны рабочей среды должны быть приняты меры, ограничивающие ОВФ нормативами безопасности, которые разрабатываются наукой о безопасности трудовой деятельности. Важнейшая ее задача – сохранение *трудоспособности человека*, определяемой как «*поддержка состояния, при котором совокупность физических, умственных и эмоциональных возможностей позволяет выполнять работу определенного объема и качества*» [9]. Трудоспособность зависит от состояния организма в целом, поэтому, исходя из характера нарушений функций организма, определяется возможность продолжения профессиональной деятельности либо необходимость предоставления человеку ограничений в работе вплоть до полного освобождения от нее.

Создание оптимальных условий на рабочем месте представляет собой непростую задачу, так как технические средства, да и сам человек тоже воздействуют на параметры рабочей среды, причем эти воздействия оказывают преимущественно негативное воздействие на здоровье человека.

Для сохранения способности человеческого организма сохранять заданные компенсаторные и защитные свойства, обеспечивающие работоспособность в условиях профессиональной деятельности на все время работы необходимо сохранять постоянство условий взаимодействия человека с рабочей средой независимо от того, какую функцию в биотехнической системе он выполняет. Однако в процессе работы возможны неблагоприятные для человека стрессорные условия, когда его реакции могут превысить стойкость резервных адаптационных возможностей, и прежде всего нервной системы человека. Подобные ситуации могут возникнуть при повышенных психических нагрузках, выполнении ответственной работы, принятии неверных решений или при ожидании неприятных ощущений от подключения медицинской техники, получении неблагоприятных заключений о состоянии здоровья и других событиях. Они могут привести к психологическому срыву, ошибкам в выполнении команд, ухудшению общего состояния здоровья, при котором продолжение работы вообще невозможно [4]. Поэтому необходимы не только средства контроля и управления текущим состоянием человека, но и состоянием рабочей среды в помещении, где выполняется работа.

Порог вредного действия ОВФ задается минимальной дозой воздействия, при которой в организме могут возникнуть изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытые патологии. Пороговая доза вызывает у организма отклик, который не компенсируется за счет механизмов поддержания внутреннего равновесия, а через некоторое время приводит к появлению серьезных патологий. Допустимые уровни воздействий должны быть установлены для всех рабочих мест и рабочих зон и предусмотрены меры защиты от воздействий как для ЧО_{БТС}, так и для ЧП_{БТС}. Для разных факторов пороги вредного воздействия устанавливаются отдельно, но особенно сложно определить порог комплексного воздействия, когда на организм воздействуют одновременно несколько ОВФ, как, например, в медицинском учреждении для ЧП_{БТС}.

Полная безопасность не может быть гарантирована никому независимо от образа жизни, поэтому на практике для человека, включенного в БТС, по аналогии с другими задачами обеспечения безопасности, следует ввести представление о некотором *уровне риска*. В широком смысле термин «*риск*» характеризует *вероятность появления обстоятельств, затрудняющих получение ожидаемых результатов*. Обычно под уровнем риска понимается *вероятность наступления того или иного неблагоприятного события, упущения прибыли или утраты выгоды в течение некоторого времени*, при этом нулевой риск будет соответствовать абсолютной безопасности.

Для человека-оператора подобными неблагоприятными ситуациями следует считать отсутствие полной информации о наблюдаемых событиях, недостаточность компетенций самого ЧО_{БТС}, отсутствие или низкое качество технического обеспечения рабочего места. Для человека-пациента характерны иные ситуации – низкая квалификация медицинского персонала, отсутствие медицинской техники и лекарственных материалов, несвоевременное оказание медицинской помощи. Но как для ЧО_{БТС}, так и для ЧП_{БТС} большая роль отводится состоянию рабочей среды, в которой должен быть обеспечен минимальный уровень риска отрицательного воздействия на человека.

Во всем мире за приемлемый риск опасности принята величина 10^{-6} , а пренебрежимо малым

считается индивидуальный риск гибели 10^{-8} [4], [9]. Эти вероятности рассматриваются как основные количественные характеристики риска; другим его параметром считается масштаб причиненного вреда (ущерба) состоянию пострадавшего объекта. Следовательно, важно не столько то, насколько велик или мал риск, сколько то, допустим он или недопустим.

Для ОВФ вещественного типа, попадающих в организм человека (лекарственные препараты, газовые компоненты и излучения, с которыми человек, включенный в БТС, встречается наиболее часто [4]), вызывают нарушения его физиологических функций, интоксикацию или отравление; они определяются по их токсичности. Эффект токсического воздействия зависит от количества вещества, попавшего в организм, – *токсической дозы*, превышение которой приводит к ухудшению состояния здоровья и заболеваниям, а в тяжелых случаях – к гибели. Особо вредными могут оказаться кумулятивные, комбинированные воздействия таких веществ, когда каждое из них находится в допустимых пределах, а их комбинация может оказаться весьма опасной. Поэтому для каждого из веществ и их комбинаций устанавливается допустимая токсическая доза.

Из других типов воздействий следует обращать внимание на информационные потоки, которые должны быть рассчитаны на пропускную способность сенсорных анализаторов человека и возможности эффекторных модальностей [4]. Если скорость поступления информации и скорость ответных реакций человека не соответствуют естественным характеристикам человека, то достижение качественной работы человека становится проблематичным.

Меры по защите человека, направленные на уменьшение физических, химических, биологических, информационных воздействий до допустимых значений, объединяются под общим понятием «*обеспечение безопасности труда*» [9]. Это понятие применимо для любого вида деятельности; оно подразумевает угрозу причинения (нанесения) какого-либо вреда, того или иного ущерба, который всегда носит вероятностный (возможный) характер. Для уменьшения риска возникновения опасных ситуаций большое значение имеет правильная организация труда и отдыха человека, для чего в пространстве рабочего места и выделяется специальная зона отдыха.

Таким образом, для человека, включенного в БТС, под безопасностью следует понимать отсутствие недопустимого уровня риска. При этом безопасность его работы означает такое состояние условий труда на рабочем месте, при котором воздействие на человека ОВФ исключено либо отсутствует недопустимый риск.

Деятельность по созданию или поддержанию безопасного состояния условий труда определяется как «техника безопасности». Этот термин используют чаще всего для обозначения вида деятельности по обеспечению безопасности работающих людей – охране труда. Безопасность труда относится к любому конкретному виду труда человека, следовательно, обеспечение безопасности является важнейшей составной частью охраны труда и для ЧО_{БТС}, и для ЧП_{БТС}.

Подводя итоги анализа влияния рабочей обстановки на работоспособность и здоровье человека, следует отметить, что для разных положений человека в структуре БТС общие требования к безопасности его труда совпадают по многим

параметрам. Отличия возникают при детальном изучении особенностей труда ЧО_{БТС} и ЧП_{БТС}, и они связаны с контактами человека с техническими комплексами.

Для ЧО_{БТС} такие контакты касаются каналов информационного обмена; при этом непосредственные контакты с техникой могут быть сведены к минимуму. Для ЧП_{БТС} такие контакты необходимы, так как медицинские мероприятия проводятся непосредственно на нем. Влияние других факторов, таких как особенности организации рабочего места, наличие необходимого оборудования, климатические условия в рабочей зоне и других, можно ослабить известными приемами организации труда в других рабочих местах человека. Этому вопросу необходимо уделять особое внимание, так как от применяемых мероприятий будет значительно зависеть жизнь и работоспособность главного звена БТС – человека, ради которого эта система используется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биотехнические системы. Теория и проектирование / под общ. ред. проф. В. М. Ахутина. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. 220 с.
2. Попечителей Е. П. Биотехнические системы и технологии на их основе // Биотехн. системы в медицине и биологии. СПб.: Политехника, 2002. С. 5–12.
3. Попечителей Е. П. Проблемы синтеза биотехнических систем // Техн. науки РАЕ: науч. обзор. 2016. № 2. С. 54–62.
4. Попечителей Е. П. Человек в биотехнической системе: учеб. Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2016. 585 с.
5. Попечителей Е. П. Системный анализ медико-биологических исследований: учеб. Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014. 420 с.
6. Корневский Н. А., Попечителей Е. П. Биотехнические системы медицинского назначения: учеб. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2014. 688 с.
7. Попечителей Е. П. Каналы взаимодействия биологических и технических звеньев в биотехнических системах // Изв. ЛЭТИ. Вып. 318. 1982. С. 14–22.
8. Попова А. Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации // Медицина труда и экология человека. 2015. № 3. С. 7–13.
9. Занько Н. Г., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. 13-е изд., испр. СПб.: Лань, 2010. 671 с.

E. P. Popchitelev

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

EFFECT OF THE WORKING ENVIRONMENT ON THE FUNCTIONAL STATUS OF HUMAN

The analysis of influence of the main factors determining the work environment on the functional state of the person, depending on the place it occupies in the structure of the biotechnical system. Two positions are possible for a person: how a human operator controlling biotechnical system and how human patient in the role of the object of interest. Considered the problems of workplace organization, channels of information exchange and environmental conditions.

Working environment, biotechnical system, the human operator, the human patient, functional possibilities, the organization of the workplace, channels of information exchange, the environment
