

НОО “ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА”



ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОПЕРАТОРА

УЧЕБНИК

В.А. ЧВЯКИН

WWW.SCIPRO.RU

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОПЕРАТОРА

В.А. Чвякин

Учебник

Нижний Новгород
2025

УДК 612.084
ББК 88.812-3
DOI 10.54092/9785907607989

Главный редактор: Краснова Наталья Александровна – кандидат экономических наук, доцент, руководитель НОО «Профессиональная наука»

Технический редактор: Гусева Ю.О.

Автор:

Чвякин Владимир Алексеевич, доктор философских наук, кандидат медицинских наук, врач-психофизиолог высшей категории, профессор кафедры экологической безопасности технических систем, Московский политехнический университет

Рецензенты:

Питрюк Анастасия Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологической безопасности технических систем, Московский политехнический университет

Чичкалюк Валерий Александрович, кандидат медицинских наук, доцент, начальник Центра развития человеческого капитала, ФБГОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Функциональное состояние оператора [Электронный ресурс]: учебник – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 110 с.). - В.А. Чвякин. 2025. – Режим доступа: http://scipro.ru/conf/functional_operator02_25.pdf. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10".

ISBN 978-5-907607-98-9

В учебнике содержатся сведения о психофизиологических особенностях деятельности оператора в системе «человек-машина». Приводится общая характеристика функциональных состояний оператора и их динамика в процессе труда. Обращается внимание на значение функциональных резервов организма для обеспечения надежности деятельности оператора.

Учебник адресован обучающимся по направлениям подготовки 20.03.01 и 20.04.01 «Техносферная безопасность», а также для направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», поскольку его материал позволяет сформировать представления о функциональных состояниях оператора и их динамике в процессе деятельности, что имеет прямое отношение к сохранению профессионального здоровья оператора и обеспечению безопасности человеческого фактора в целом.

Обсужден и рекомендован к печати кафедрой экологической безопасности технических систем, Московский политехнический университет, протокол кафедрального совещания № 4 от 24 января 2025 года.

ISBN 978-5-907607-98-9



© В.А. Чвякин. 2025

© Оформление: издательство НОО Профессиональная наука. 2025

Содержание

Введение.....	5
Раздел 1. Операторский труд.....	7
Тема 1. Операторский труд как вид деятельности	7
Тема 2. Психологическое содержание труда операторов в особых условиях	24
Раздел 2. Деятельность оператора в системе «человек-машина» ...	34
Тема 3. Особенности и классификация системы «человек-машина»	34
Тема 4. Деятельность оператора в системе «человек-машина»	44
Тема 5. Психические явления в деятельности оператора.....	56
Тема 6. Физиологическая характеристика деятельности оператора.	65
Раздел 3. Функциональные состояния оператора.....	70
Тема 7. Общая характеристика функциональных состояний	70
Тема 8. Эмоциональные состояния и утомление оператора	82
Тема 9. Функциональные резервы организма и надежность деятельности человека-оператора.....	94
Заключение	103
Литература	106

Введение

Функциональные состояния оператора являются предметом изучения психофизиологии труда, инженерной психологии, эргономики и некоторых других наук. Такие состояния возникают в процессе трудовой деятельности и обусловлены воздействием процесса труда и условий, в которых он протекает, на работающего человека. Функциональное состояние оператора - это интегративная характеристика состояния человека с точки зрения эффективности выполняемой им деятельности и задействованных в ее реализации систем организма по критериям надежности и внутренней цены деятельности. Все функциональные состояния могут быть представлены в виде двух больших групп: благоприятные и неблагоприятные функциональные состояния для выполнения конкретной деятельности.

При благоприятных функциональных состояниях реакция организма на возникающие условия труда носит характер адекватной мобилизации. Изменения в состоянии оператора являются закономерной реакцией на действие данных факторов и обуславливают нормальную эффективность его работы.

Благоприятные функциональные состояния можно конкретизировать в виде таких, как:

- *состояние оптимальной работоспособности*. Это наиболее существенное из благоприятных состояний;

- *состояние готовности к действию*. Это состояние необходимо для операторов, работающих в режиме ожидания (*дежурный режим*). Такой режим является характерным для автоматизированного производства. В нормальном производственном процессе оператор находится в состоянии оперативного покоя и следит за работой техники. Но он должен быть готовым к активной работе по устранению отклонений производственного процесса от нормы. Состояние готовности является необходимым для многих профессий транспортного типа. Особенно это относится к таким профессиям, которые связаны с беспилотным движением. Это состояние определяет поддержание на требуемом уровне способности реагирования на неожиданный сигнал. Надо отметить важность в этом отношении психофизиологической функции слежения.

Неблагоприятные функциональные состояния – это такие, при которых реакция организма выходит за пределы установленной нормы. Одновременно с этим она сопровождается такими нарушениями работоспособности оператора, как утомление и эмоциональная напряженность и др. Наличие этих состояний (несмотря на то, что оператор волевой мобилизацией резервных возможностей может поддерживать уровень результативности) свидетельствует либо о его недостаточной подготовленности, либо о нарушениях режима труда и отдыха. Неблагоприятные функциональные состояния требуют динамического контроля за психофизиологическими показателями профессионального здоровья оператора.

Актуальность изучения функциональных состояний обусловлена тем обстоятельством, что они имеют прямое отношение к работоспособности оператора и зависят от условий труда. Соответственно, и то, и другое связано с безопасностью операторской деятельности. Безопасность в данном случае должна рассматриваться в широком смысле, что подтверждается теми трагическими примерами, когда по причине человеческого фактора происходили авиационные, железнодорожные и другие происшествия и катастрофы. Если иметь в виду тенденцию на развитие беспилотных транспортных систем, то эта тема приобретает первостепенное значение.

Поэтому учебник адресован обучающимся по направлениям подготовки 20.03.01 и 20.04.01 «Техносферная безопасность», поскольку его материал позволяет сформировать представления о функциональных состояниях оператора и их динамике в процессе деятельности, что имеет прямое отношение к сохранению профессионального здоровья оператора и обеспечению безопасности человеческого фактора в целом.

Кроме того, материал учебника может быть полезен для направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», которое предполагает освоение дисциплины «функциональное состояние операторов». В рамках этого направления студенты получают практические навыки работы с бортовыми системами обработки информации и управления, изучают методы интеллектуального управления сложными динамическими системами (пилотируемыми и беспилотными летательными аппаратами, ракетными комплексами и космическими аппаратами и т.д.).

Раздел 1. Операторский труд

Тема 1. Операторский труд как вид деятельности

Операторский труд - это труд, связанный с управлением машинами, оборудованием, технологическими процессами. Операторский труд присущ операторам-наблюдателям, операторам-исполнителям, операторам-технологам и т.д. Работа таких специалистов характеризуется высоким нервно-эмоциональным напряжением, большой нагрузкой на сенсорные системы (зрение, слух). В рамках такого понимания операторский труд предполагает особую профессию по распространенной в современной производственной науке «эргономика» (инженерная психология), изучающая особенности функционирования системы «человек-машина». В таком операторском труде возрастает доля функции наблюдения за работой компьютерной техники, автоматов, контроля за деятельностью роботов и манипуляторов.

Операторский труд предполагает управление машиной, технологическими процессами. Основными субъектами такого труда являются:

- операторы-наблюдатели;
- операторы-исполнители;
- операторы-технологи;

Этот труд характеризуется большой ответственностью и рисками перенапряжения функционирования анализаторных систем организма.

Поэтому прежде, чем изучать функциональные состояния организма, необходимо иметь хотя-бы общие представления об операторской деятельности. Тем более, что такой труд является объектом понимания многих направлений и областей психологических исследований, которые направлены на выявление основных характеристик и этапов деятельности человека-оператора.

В этом смысле инженерной психологией упорядочены и последовательно определены, исходя из категории движения, 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 потребительской форме, требующая специальной квалификации;
- операторская деятельность как профессиональная деятельность, технически оснащенная для дистанционного контроля и управления предметом, средствами труда и самим трудом.

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

Различают два типа систем «человек-техника-среда»:

- с промежуточными устройствами в виде простых орудий труда;
- с промежуточными устройствами в виде машин.

При работе с простыми орудиями труда весь поток информации, необходимый для управления воздействием на предмет труда, преобразует человек и он, таким образом, во всех отношениях и в любой момент осуществляет и контролирует процесс воздействия.

Машина является преобразователем не только энергии, но и информации, то есть она частично без участия человека формирует командные сигналы и регулирует воздействия.

В результате принципиальная особенность работы человека с машиной заключается в неполном контроле с его стороны за протеканием процесса воздействия на предмет труда.

Человека, работающего с помощью машины, называют оператором. Наиболее характерной чертой деятельности оператора является то, что он лишен возможности непосредственно наблюдать за управлением объектами, и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи. Оператор видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют средствами отображения информации (СОИ). При необходимости оператор пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управления, в совокупности образующими сенсомоторное поле. СОИ и сенсомоторные устройства – так называемая информационная модель машины (комплекса).

Информационная модель – совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды, на основе которой оператор производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации.

Под «человеком-оператором» в эргономике (науке о трудовой деятельности) понимается человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой посредством информационной модели.

Все антропометрические, физиологические и психологические свойства человека, так или иначе связанные с его деятельностью в СЧТС можно назвать эргономическими.

Эргономические свойства оператора не есть абсолютная, неизменная величина. Они зависят от многочисленных изменчивых факторов внешней среды, специфики работы, меняющейся от одной управляющей системы к другой, степени подготовки оператора и даже его индивидуальности.

Основные этапы деятельности оператора

Первый этап – восприятие информации – процесс, включающий следующие различные операции: обнаружение объекта восприятия, выделение в объекте отдельных признаков, отвечающих стоящей перед оператором задаче, ознакомление с выделенными признаками и опознание объекта восприятия.

Второй этап – оценка информации, ее анализ и обобщение на основе заранее выданных или сформированных критериев оценки. Оценка производится на основе сопоставления воспринятой информационной модели со сложившейся у оператора внутренней моделью обстановки.

Третий этап – принятие решения о действиях – акт, формируемый на основе проведенного анализа информационной и сложившейся у оператора моделью системы управления.

В ряде случаев задача определяется заранее заданным, известным оператору алгоритмом решения. Тогда основой взаимодействия оператора с информационной моделью является выбор наилучшего из имеющихся в его распоряжении средств.

Четвертый этап – приведение принятого решения в исполнение посредством определенного действия (системы действий) или отдачи соответствующих распоряжений.

Пятый этап – контроль за результативностью исполнения принятого решения.

После завершения этого этапа оператор приступает к решению другой возникшей задачи. Первые два этапа называют информационным поиском, последующие три объединяются понятием обслуживания.

Психические процессы, лежащие в основе трудовой деятельности оператора

В эргономических исследованиях при рассмотрении проблемы обеспечения безопасности труда необходимо учитывать психологические особенности человека. Изучение психических процессов и свойств человека позволяет выяснить, какие требования к техническим устройствам вытекают из особенностей человеческой деятельности. Опыт свидетельствует, что

в основе аварийности и травматизма часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно-психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности, допуск к опасным работам лиц с повышенным риском травматизации, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность (безопасность) деятельности специалиста. Статистика показывает, что от 60 до 90% травм в быту и на производстве происходит по вине пострадавших.

Указанные причины демонстрируют важность применения знаний по психологии для обеспечения эффективности и безопасности трудовой деятельности человека.

Любое задание, которое выполняется человеком, связано с переработкой информации. События и объекты должны быть восприняты и интерпретированы, а затем на них нужно либо немедленно отреагировать, либо зафиксировать в памяти для более позднего действия.

Передаваемая через ощущения информация сначала воспринимается. Этот процесс опознания на уровне восприятия включает сопоставление сенсорной информации и необходимого «эталона» (представления опознаваемого объекта, хранящегося в долговременной памяти). После распознавания должно быть принято решение о том, какое действие предпринять. В этом случае ответ может быть выбран сразу или же информация может в течение какого-то периода времени удерживаться в долговременной памяти (то есть, стать заученной), либо быть забытой, либо использованной для выработки ответа. Как только ответ выбран, он должен реализоваться. Реализация решения обычно осуществляется путем координированного управления мышцами.

Последствия действия обычно снова допустимы для восприятия в виде сигналов обратной связи. Эта обратная связь может быть либо внутренней (например, ощущение в пальцах, звук от нажима клавиши или звучание собственного голоса), либо внешней (например, световой сигнал, появляющийся на дисплее и означающий, что команда получена).

Работа человека-оператора, как правило, характеризуется значительным объемом информации, которую требуется обработать в заданные промежутки времени. В связи с этим одной из первых задач является задача определения «пропускной способности» человека оператора. Пропускная способность оператора зависит от способа представления информации, способа кодирования и других факторов.

Оператор, работающий с информационной моделью, должен с ее помощью создать свое собственное представление о состоянии управляемых объектов или всей системы в целом. Это собственное представление человеком-оператором обстановки или состояния объектов называют концептуальной моделью. Концептуальная модель формируется строго индивидуальным образом.

Для создания оптимальных условий оперативного управления стремятся сблизить структуру информационной и концептуальной модели. Различные операторы по мере накопления опыта приходят к одной и той же концепции, создают практически одинаковую концептуальную модель. Эта модель постепенно приближается к идеальной, которую можно построить на основе логических рассуждений.

Знание идеальной концептуальной модели, которую нужно составлять на возможно более ранней стадии проектирования, позволяет оптимизировать объем, номенклатуру и форму представления информации, приспособить технические средства к человеку, оценить спроектированные варианты системы.

Для эргономики большое значение имеют психические процессы, без которых невозможно формирование знаний и приобретение жизненного опыта. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы.

Вот некоторые из них.

Внимание. Внимание – направленность психической деятельности и сознания человека на избирательное восприятие определенных предметов и явлений. Требование к вниманию в большей или меньшей степени предъявляют все виды трудовой деятельности. Непроизвольное

внимание возникает без всякого намерения, без заранее поставленной цели и не требует волевых усилий. Произвольное внимание возникает вследствие сознательно поставленной цели и требует определенных волевых усилий. Колебания внимания – это повторяющееся непроизвольное отвлечение, ослабление внимания к данному объекту или деятельности. Распределение внимания одновременное внимание к двум или нескольким объектам при одновременном выполнении действий с ними или наблюдении за ними. Переключение внимания – это намеренный перенос внимания с одного объекта на другой. Кроме перечисленных наиболее профессионально значимыми являются такие качества внимания как активность, широта, интенсивность и устойчивость.

Внимание не остается постоянным в процессе труда, изменяясь в течение дня и в процессе трудового обучения.

Изучение качеств внимания во время трудовой деятельности дает возможность разрабатывать мероприятия по организации режима труда рабочих и эффективных методов профессионального обучения.

Эмоции в операторской деятельности.

Эмоции – это отражение объективных отношений, в которых предметы и явления внешнего мира имеют ярко выраженную субъективную окраску и охватывают все виды чувствительности и переживаний.

Эмоции могут быть вызваны конкретными условиями определенной трудовой деятельности (эмоции, связанные с организацией трудового процесса, производственными условиями, отношениями в данном коллективе и т.д.).

Характеризуя эмоции, связанные с трудовым процессом следует подчеркнуть, что эмоции – это состояния, оказывающие влияние на работоспособность. Не вызывает сомнений зависимость продуктивности (работоспособности) человека от степени эмоциональной активизации.

Влияние разных уровней эмоциональной активизации на деятельность человека не одинаково. Ее низкий уровень недостаточен, чтобы заставить человека сосредоточиться на качественном выполнении работы. При слишком высоком уровне эмоционального напряжения качество работы ухудшается из-за слишком сильного или слишком длительного воздействия внешнего (внутреннего) стимула. Между высоким и низким уровнями эмоциональной активизации находится уровень, называемый оптимальным, который не затрудняет выполнение рабочих заданий и изменяется в зависимости от сложности задачи и других факторов. Нормальная загрузка (эмоциональная стимуляция) оператора не должна превышать 40-60% максимальной нагрузки. Чрезмерные формы психического напряжения, называемые запредельными, вызывают дезинтеграцию психической деятельности различной выраженности, что в первую очередь ведет к снижению индивидуально свойственного человеку уровня психической работоспособности.

Среди отрицательных эмоций, свойственных современному производству, отмечают эмоции «напряженности» и эмоции «растерянности». Эмоции «напряженности» возникают при чрезмерной плотности сигналов, отсутствии ритма в работе, большой ответственности, возможности аварийных ситуаций, недостаточной профессиональной подготовленности и т.д.

Напряженность проявляется в нарушении движений, скованности позы, неадекватно сильных или быстрых двигательных движениях, большом количестве лишних движений, нарушении координации движений.

Происходит нарушение психических процессов – сужение объема внимания, недостаточное распределение и переключение его, замедленность в принятии решений и нарушение способности оценки ситуаций.

Очень близко к напряженности стоит эмоция растерянности, при которой нарушается в первую очередь функция внимания и понимания.

Память. Это способность к воспроизведению прошлого опыта, одно из основных свойств нервной системы, выражающееся в способности хранить информацию о событиях внешнего

мира и реакциях организма, и многократно вводить ее в сферу сознания и поведения. Выделяют составные элементы процесса памяти: запоминание, сохранение, последующее узнавание и воспроизведение того, что было в нашем прошлом опыте.

Запоминание - процесс закрепления в сознании образов, впечатлений, понятий.

Воспроизведение – актуализация (оживление) образов, закрепленных в памяти, без опоры на вторичное восприятие объектов.

Узнавание – процесс памяти, связанный с осознанием того, что данный объект воспринимался в прошлом.

Представления – образы реальных предметов или процессов реальной действительности, в данный момент не воспринимаемых человеком.

Забывание – процесс, при котором происходит выпадение того или иного материала из памяти. Ассоциация – связь между отдельными представлениями, при которой одно из этих представлений вызывает другое. Различают ассоциации по сходству, контрасту, смежности.

Существуют *особые виды памяти*: моторная, эмоциональная, образная, эйдетическая и словесно-логическая.

Двигательная (моторная) память - запоминание и воспроизведение движений и их систем, лежащее в основе выработки и формирования двигательных навыков и привычек.

Эмоциональная память – память человека на пережитые им в прошлом чувства.

Образная память – сохранение и воспроизведение образов ранее воспринимавшихся предметов и явлений.

Эйдетическая память – очень ярко выраженная образная память, связанная с наличием ярких, четких, живых, наглядных представлений.

Словесно-логическая память – запоминание и воспроизведение мыслей, текста, речи.

Различают память произвольную и произвольную. Произвольная память проявляется в тех случаях, когда не ставится специальная цель запомнить тот или иной материал и последний запоминается без применения специальных приемов и волевых усилий. Произвольная память связана со специальной целью запоминания и применением соответствующих приемов, а также определенных волевых усилий.

В процессе деятельности человек-оператор сталкивается с необходимостью в течение определенного интервала времени хранить в своей памяти некоторый объем информации, требуемой для выполнения стоящих перед ним задач. Поэтому особо важное значение приобретает классификация памяти по временным характеристикам. Выделяют кратковременную, долговременную и оперативную память.

Кратковременная память – кратковременный (на несколько секунд или минут) процесс достаточно точного воспроизведения, только что воспринятых предметов или явлений. Процессы оперативной памяти обслуживают непосредственно осуществляемые человеком актуальные действия и операции. После этого момента полнота и точность воспроизведения, как правило, резко ухудшаются. *Долговременная память* обеспечивает хранение информации длительное время и является постоянным источником информации о мире. В отличие от кратковременной памяти ее объем ограничивается не числом сигналов, а количеством сохраняемой информации.

Сенсорная память (зрительная, слуховая, двигательная) характеризуется емкостью и длительностью хранения информации. Емкость зрительной сенсорной памяти достигает 36 элементов, слуховой памяти – 12. В слуховой памяти след хранится 1-2 секунды, в двигательной и сенсорной памяти до 120 секунд. Для зрительной памяти длительность следа яркости после образа составляет 40-50 миллисекунд.

Обобщив многочисленные данные исследований способности человека перерабатывать информацию, Д. Миллер пришел к выводу, что кратковременная память может удерживать лишь небольшое количество информации в виде структурированных единиц. За короткий период наблюдения человек может запомнить и повторить названия от 5 до 9 незнакомых объектов, или 7 ± 2 .

Объем запоминания материала возрастает при наличии логических и смысловых ассоциативных связей между его отдельными частями.

Ощущение. Это простейший процесс, заключающийся в отражении отдельных свойств или явлений материального мира, а также внутренних состояний организма при непосредственном воздействии раздражителей на соответствующие рецепторы. Существуют ощущения нескольких видов: зрительные, слуховые, кожные, обонятельные, кинестетические, органические (интерорецепторные).

Восприятие. Это процесс отражения в сознании человека предметов или явлений при их непосредственном воздействии на органы чувств, в ходе которого происходит упорядочение и объединение отдельных ощущений в целостные образы предметов и событий.

Восприятие времени – отражение объективной длительности, скорости и последовательности явлений действительности. Восприятие пространства – это восприятие формы и взаимного расположения объектов, их рельефа, удаленности и направления, в котором они находятся. Восприятие движения – отражение изменения во времени положения объектов в пространстве. Наблюдение – целенаправленное планомерное восприятие.

Мышление. Это процесс обобщенного и опосредованного познания существенных связей и отношений, существующих между предметами и явлениями.

Анализ – мысленное расчленение предметов и явлений на образующие их части, выделение в них отдельных признаков и свойств. *Синтез* – мысленное соединение отдельных элементов, частей и признаков в единое целое.

Конкретизация – умственная операция, в процессе которой человек придает предметный характер той или иной абстрактно-обобщенной мысли, понятию, закону. *Обобщение* – умственная операция, состоящая в мысленном объединении предметов или явлений по общим и существенным признакам.

Наглядно-действенное мышление – вид мышления, которое осуществляется человеком в форме предметных действий.

Наглядно-образное мышление – вид мышления, которое осуществляется в форме наглядных образов. *Абстрактное мышление* – вид мышления, опирающийся на общие и отвлеченные понятия.

Воображение. Это процесс создания образов-представлений нового, то есть того, что в прошлом данный человек не воспринимал, с чем раньше не встречался. Непроизвольное (пассивное) воображение возникает без всякого намерения со стороны человека. Произвольное (активное) воображение возникает в результате поставленной человеком цели, намерения. Воссоздающее (репродуктивное) воображение – вид активного воображения, которое возникает на основе описаний или изображений, выполненных другими. Творческое воображение (вид активного воображения) заключается в самостоятельном создании нового образа.

Особые психические состояния

Организация контроля за психическим состоянием операторов необходима в связи с возможностью появления у специалистов особых психических состояний, которые не являются постоянным свойством личности, но, возникая спонтанно и под влиянием внешних факторов, существенно изменяют работоспособность человека. Среди особых психических состояний, имеющих значение для психической надежности оператора, необходимо выделить пароксизмальные расстройства сознания, психогенные изменения настроения, состояния, связанные с приемом психически активных средств (стимуляторов, транквилизаторов, алкогольных напитков).

Пароксизмальные состояния – это группа расстройств различного происхождения (органические заболевания головного мозга, эпилепсия, обмороки), характеризующиеся кратковременной, от секунд до нескольких минут, утратой сознания. При выраженных формах наблюдаются падения человека и судорожные движения тела и конечностей.

Пароксизмальные перерывы в операторской деятельности могут быть причиной губительных последствий особенно для водителей транспорта, верхолазов, монтажников, строителей, работающих на высоте.

Современные средства психофизиологических исследований позволяют своевременно выявлять лиц со скрытой склонностью к пароксизмальным состояниям.

Операторская деятельность как вид трудовой деятельности

Операторская деятельность – это вид трудовой деятельности, который заключается во взаимодействии человека с предметом труда, машиной и внешней средой, управление ими через информационные системы и средства управления.

Оператор не имеет возможности непосредственного наблюдения за управляемыми объектами и пользоваться информацией, которая поступает по каналам связи.

Деятельность осуществляется не с реальными объектами, а с их заместителями или образами, то есть деятельность с информационными моделями реальных объектов (множество сигналов о состоянии управляемого объекта, среды и способов взаимодействия на них для выполнения операторских задач), то есть это своеобразный имитатор, который отражает все существующие свойства объектов, необходимых для управления, для анализа и оценки ситуации, принятия решений, оценка результатов.

Информационная модель реализуется с помощью устройств в отображении информации.

Особенности работы с информационной моделью: необходимо соотносить сведения, полученные с помощью приборов, между собой и с реальными объектами.

Деятельность оператора строится на основании соотнесения этих сведений.

Основные типы деятельности оператора (в связи с особенностями переработки информации):

- обнаружение с немедленным обслуживанием (оператор от восприятия переходит сразу к исполнительным действиям; нет многозначных связей между стимулом и ответом; нет необходимости воссоздавать полностью все данные);

- информационный поиск с отсроченным обслуживанием (передается большое количество поступающей информации + информация из памяти > информационный поиск > преобразование информации > принятия решения > реализация решения).

Операторская деятельность - взаимодействие и управление человека-оператора объектами, явлениями внешнего мира. Осуществляется при помощи след. средств:

1) простые орудия труда - весь поток информации необходим для управления процессом преобразования. Человек сам осуществляет и контролирует процесс воздействия:

а) работа с инструментами - изменяющее воздействие на предмет труда зависит от двигательных реакций человека;

б) орудия, с помощью которых естественный образ предмета изменяется (его можно рассматривать как простейшую модель - изменение масштаба или ракурса - микроскоп);

в) орудия памяти (чертёж, запись, фотография);

г) орудия преобразования информации (счёты);

2) машины - при работе с машиной человек осуществляет неполный контроль, так как часть регулирует машина:

а) простая машина - преобразование программы по линейному принципу > обработка информации сразу > можно вносить коррективы;

б) репродуктивно-преобразующая машина - почти полное отчуждение человека от предмета труда (ЭВМ);

в) продуктивно-преобразующая машина взаимодействия - информационный обмен между замкнутыми системами преобразования информации (кибернетические устройства).

Эффективность и безопасность профессиональной деятельности составляет здоровье человека-оператора - и это в значительной степени зависит от организации деятельности, то есть от системы мероприятий по наиболее рациональному планированию трудовой нагрузки в течение рабочего цикла (восстановление работоспособности, распределение служебных

обязанностей и расстановка кадров, стимулирование труда в целях обеспечения эффективности и безопасности труда, сохранение профессионального здоровья).

Главной задачей организации деятельности является разработка и соблюдение рационального режима труда, и отдыха; регламентация последовательности и продолжительности периода работы и отдыха с целью обеспечения повышения производительности труда и сохранение здоровья человека-оператора.

Режим труда и отдыха определяются:

а) продолжительность рабочей смены;

б) длительность и надёжность рабочего процесса;

в) продолжительность и периодичность перерывов в работе и способов организации отдыха;

г) длительность восстановительного периода после работы;

д) суточное время работы.

Правильная организация деятельности оператора предполагает создание безопасных и безвредных условий труда.

Безопасность труда - это соотношение условий и организаций труда, при которых отсутствует возможность воздействия на человека опасных и вредных производственных факторов.

Рабочее место - это пространство, в котором расположены средства отображения информации, органы управления и вспомогательное оборудование для выполнения трудовой деятельности оператора или группы операторов. Рабочее место - наименьшая целостная единица производства, где имеются три основные составляющие: предмет труда, средства деятельности и субъект деятельности.

Конструктивные свойства технических средств деятельности следует согласовывать с возможностями человека с учетом выполнения им рабочих операций в нормальных или аварийных условиях. Этого можно достичь, учитывая:

- антропологические, биомеханические, психофизиологические и психологические свойства человека;

- санитарно-гигиенические нормы, требования и рекомендации;

- требования техники безопасности;

- нормы технической эстетики.

Рабочие места могут быть классифицированы по различным признакам.

По количеству одновременно работающих операторов рабочие места есть индивидуального и группового использования.

По характеру рабочих операций, которые выполняет человек, они делятся на автоматизированные и механизированные.

По степени специализации рабочие места могут быть универсальными, специализированными и специальными.

В зависимости от положения тела оператора в пространстве во время трудовой деятельности выделяют рабочие места для выполнения работ сидя, стоя, сидя-стоя и лежа.

Пространственная компоновка рабочего места, величина усилия на органы управления, параметры углов наблюдения определяются прежде всего положением тела работающего.

Сам термин «рабочая поза» обозначает типовое положение тела в пространстве при выполнении трудовых операций. Предпочтение отдается положению оператора «сидя», поскольку это требует меньшего напряжения различных групп мышц и способствует успешному течению процессов восприятия и переработки информации. Основой такого автоматизированного рабочего места (АРМ) управления является пульт управления, который может иметь различные формы.

Рабочее сидение является элементом рабочего места, которое обеспечивает поддержку рабочей позы оператора в положении «сидя». Выбирая тип рабочего сидения, следует учитывать специфику работы, объем рабочего пространства, особенности других элементов

рабочего места, возможность изменения рабочего положения, характер движений различных частей тела, наличие вибрации, условия безопасности.

Рабочие сиденья должны обеспечивать:

- поддержку такого положения тела в пространстве, при котором нагрузка на мышцы будет минимальным;
- условия для изменения рабочей позы с целью снятия статического напряжения мышц спины;
- нормальное функционирование организма человека;
- удобство размещения в кресле и вставание с него;
- свободное перемещение туловища и конечностей тела в процессе работы;
- медленное или ступенчатая регулировка параметров.

Рабочие стулья и кресла рассчитаны на длительное использование, и поэтому в их конструкции относятся сиденья, спинка, поддерживающие конструкции, подлокотник и подголовник (для кресел), подставка для ног.

Рабочие кресла для транспортных средств имеют: высокую спинку для обеспечения необходимой опоры тела в работе с педалями; значительный угол ее наклона ($95^\circ \dots 135^\circ$) с обязательным его регулировкой; шире сиденья (450... 800 мм); регулировка высоты сиденья, передне-заднего его перемещения, антивибрационное оборудования.

В проектировании рабочих мест, рассчитанных на рабочую позу «сидя-стоя» или «стоя», необходимо учитывать и соответствующие антропометрические и психофизиологические характеристики оператора. Размещение панелей управления для работы оператора, их наклон существенно отличаются от этих же характеристик рабочей позы «сидя».

Положения «стоя» более соответствует естественному положению тела человека в пространстве, хотя площадь опоры значительно меньше. В этом положении человек имеет благоприятные условия для визуального осмотра, перемещение тела в пространстве, выполнение перцептивно-моторных движений. Но длительное пребывание в этой позе вызывает повышение давления в сосудах нижних конечностей, что приводит к развитию различных патологических заболеваний.

Вот почему в работе в положении «стоя» надо избегать фиксированных поз и делать короткие перерывы для отдыха в положении «сидя».

Рабочее место и антропометрические характеристики оператора

Моторное поле рабочего места оператора СЧМ – это часть рабочего места оператора СЧМ, в котором размещены используемые оператором органы управления и осуществляются его двигательные действия по управления машиной.

В моторном поле различают три зоны: *максимальной, допустимой и оптимальной досягаемости*.

Максимальная зона ограничена дугами, описываемыми кончиками пальцев максимально вытянутых рук при их движении в плечевом суставе, *допустимая* – движением расслабленных рук, а *оптимальная* движением рук в локтевом суставе.

Как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях наиболее удобной, то есть оптимальной, является зона 1 (рис. 1 и 2). В пределах этой зоны могут выполняться наиболее точные и очень частые движения и размещаться наиболее важные и очень часто используемые органы управления.

В зоне 2 – *зона легкой досягаемости* (рис. 1 и 2) могут выполняться достаточно точные и частые движения и размещаться важные и часто используемые органы управления.

В пределах зоны 3 - *зона досягаемости* (рис. 1 и 2) могут выполняться менее точные и редкие движения, так как в следствие увеличения амплитуды движения на их выполнение затрачивается больше времени и при высокой частоте такие движения становятся энергетически невыгодными.

В зоне 3 могут размещаться менее важные и редко используемые органы управления.

Наиболее редкими должны быть движения рук сзади от нулевой линии, требующие поворота туловища.

В зонах оптимальной и допустимой досягаемости возможны наиболее быстрые и точные движения при минимальной утомляемости оператора. Поэтому здесь рекомендуется располагать наиболее важные и часто используемые органы управления.

В зоне максимальной досягаемости точность и скорость управляющих движений заметно снижается, утомление наступает быстрее. Поэтому в этой зоне возможна лишь непродолжительная работа.

Органы управления должны размещаться с учетом принципов экономии рабочих движений.

Основные принципы экономии движений:

Естественности движений. Естественные движения легки и лучше всего соответствуют особенностям человеческого тела. Любая работа должна выполняться возможно меньшим числом простых и коротких движений, которые должны быть плавными, закругленными, с рациональным использованием активных и пассивных сил.

Одновременность движения различных органов тела. Заключается в необходимости обеспечения одновременности участия в трудовом процессе обеих рук рабочего, параллельного действия различных органов, например, рук и ног. Если одна рука работает, другая не должна бездействовать.

Симметричность движений. Психофизиологическими исследованиями установлено, что более удобными и менее утомительными являются симметричные движения рук.

Ритмичность и автоматизм движений. Заключается в продуманной, хорошо освоенной, привычной последовательности приемов и движений, что сказывается на снижении утомления.

Весьма тесно с характеристиками управляющих движений связаны **антропометрические характеристики**. Они включают различные размеры человеческого тела.

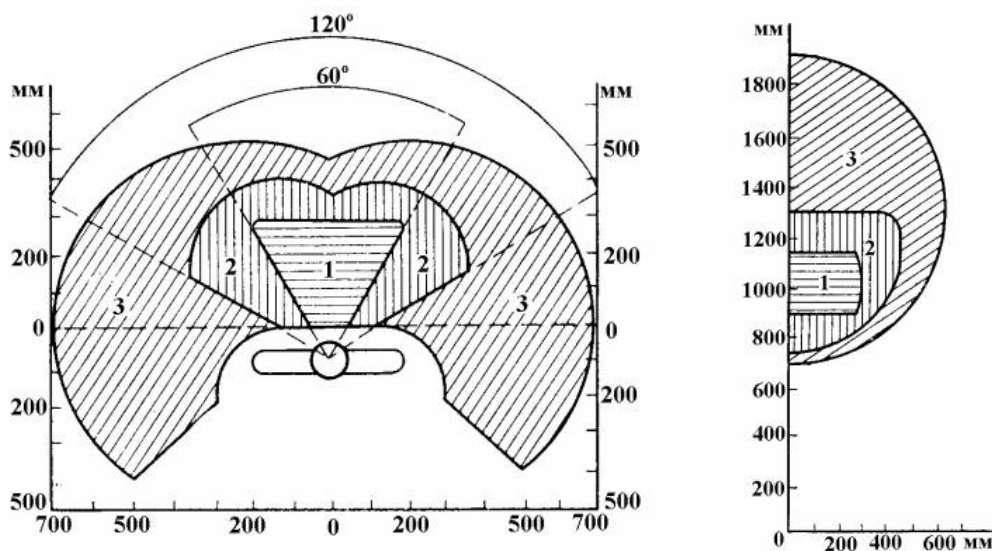


Рис. 1 и 2. Зоны моторного поля системы «человека-машина»

Антропометрические характеристики делятся на *динамические* и *статические*.

К *динамическим характеристикам* относятся амплитуды движений головы, рук и ног. Они используются для определения объема рабочих движений, зон досягаемости и видимости.

По ним рассчитывается пространственная организация рабочего места, размах движений вращающихся переключателей, биомеханические модели и манекены.

К *статическим характеристикам* относятся размеры головы, рук, туловища. Они используются для установления размеров конструктивных параметров рабочего места или изделия (высота, ширина, глубина и др.), определения диапазона изменения в случае их регулировки, а также при проведении инженерно-психологической оценки и конструировании манекенов.

Статические антропометрические характеристики могут быть *линейными и дугowymi*.

В зависимости от ориентации тела в пространстве линейные размеры делятся на *продольные* (высота различных точек тела над полом или сидением), *поперечные* (ширина плеч, таза и т. п.), *переднезадние* (передняя досягаемость рук и др.).

Особую группу статистических характеристик составляют габаритные размеры тела. Они представляют его наибольшие размеры в различных положениях и позах, ориентированные в разных плоскостях.

Габаритными размерами определяется минимальное пространство, необходимое человеку для работы, минимальные размеры между работающими, размеры проходов, проемов, люков и лестниц.

Как правило, любая антропометрическая характеристика является случайной величиной, подчиненной нормальному закону распределения. Значения антропометрических характеристик отдельно для мужского и женского населения приведены в стандартах по эргономическому проектированию или в специальных справочниках.

Существуют 2 способа задания значений антропометрических характеристик (интервальный и перцентильный):

Интервальный способ – это когда необходимый диапазон изменчивости учитываемой антропометрической характеристики задается в долях среднеквадратического отклонения σ по отношению к математическому ожиданию M .

Перцентильный способ предполагает указание величины характеристики для определенных перцентилей. Перцентилем называется сотая доля измеренной совокупности, которой соответствует определенное значение антропометрической характеристики.

Порядок использования на практике антропометрических характеристик заключается в следующем:

- 1) определить контингент людей, для которых предназначено данное оборудование;
- 2) выбрать антропометрические характеристики, которые являются основными для определения размеров оборудования и необходимого рабочего пространства;
- 3) установить, какому проценту работающих должно удовлетворять данное оборудование, и найти соответствующие ему значения антропометрических характеристик;
- 4) учесть соответствующие поправки на одежду и обувь.

Правила использования антропометрических характеристик в практике проектирования и оценки систем «человек-машина»:

В практике построения рабочих мест значения характеристик обычно не берутся более $M \pm 2\sigma$, так как дальнейшее расширение границ нецелесообразно с экономической точки зрения.

Во всех расчетах, где оператор должен что-то доставать, до чего-то дотягиваться, следует исходить из минимальных антропометрических характеристик.

Средние размеры должны использоваться при определении центра лицевой панели пульта управления, зон размещения индикаторов и органов управления.

При практическом использовании антропометрических характеристик необходимо учитывать маскирующие антропометрические признаки. (Например, за счет расслабления (легко приподнятого) тела происходит уменьшение (увеличение) роста оператора на 40-50 мм; легкий наклон корпуса без напряжения на $2-10^\circ$ вперед и в сторону при работе сидя и стоя способствует уменьшению расстояния до органов управления на 100-120 мм и т.д.).

Приведенные в нормативных документах значения антропометрических характеристик получены для обнаженного тела.

Адаптация к операторской деятельности

К операторскому труду относят группу профессий, связанных с управлением машинами, оборудованием, технологическими процессами. Операторский труд отличается следующими особенностями:

- превалирование в трудовых действиях функций управления какими-либо системами;
- значительные информационные потоки в виде простых или сложных сигналов;
- нервно-эмоциональное напряжение.

Эти особенности можно считать основными факторами, которые влекут за собой адаптивные изменения в разных системах органов.

Приспособление к информационным нагрузкам, особенно интенсивным и длительным, связывают с изменением регуляции биоритмологических процессов в ЦНС, что нередко проявляется в нарушениях структуры ночного сна. Многолетние интенсивные информационные нагрузки приводят к усилению активности синхронизирующих систем мозга, в такой степени перестраивающих функционирование возможностей регуляции, что это вызывает изменение циркадианной (суточной) регуляции в целом. Это влечет за собой и вегетативные изменения: рост функционального напряжения сердечно-сосудистой системы, гипертензивную реакцию организма (при экстремальном уровне нагрузки), повышение симпатического тонуса вегетативной нервной системы, переход на сосудистый тип регуляции гемодинамики.

В некоторых случаях неадекватные изменения в вегетативной сфере у операторов (повышение частоты сердечных сокращений в начале рабочего дня), приводящие к ухудшению самочувствия, свидетельствуют о недостаточности для адаптации к условиям операторского труда уровня функциональной организации ЦНС. Продолжение выполнения операторской работы такими лицами может привести не только к соматическим, но и к психическим расстройствам (астенический синдром и т.п.). Поэтому особую роль приобретает отбор и подготовка кадров как для операторских, так и для других профессий. Решить эти задачи призвана система профессионального отбора.

Эффекты работы с экранной индикацией. Разновидностью операторского труда, получившей в последние годы широкое распространение, является работа с персональным компьютером. Человек, работающий за компьютером, подвергается комплексу факторов. К ним относятся различные виды излучений, изображения на экране монитора, акустические шумы, включая ультразвук, условия труда на рабочем месте.

Монитор компьютера является источником слабых электромагнитных излучений в низкочастотном, сверхнизкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц-400 кГц), рентгеновского излучения, ультрафиолетового излучения, инфракрасного излучения, излучения видимого диапазона.

Биологический эффект электромагнитных полей зависит от диапазона частот, интенсивности и продолжительности экспозиции, характера излучения (непрерывное, модулированное), режима облучения (постоянное, аperiodическое, интермиттирующее).

Исследователи установили, что излучение низкой частоты в первую очередь негативно влияет на центральную нервную систему, вызывая головные боли, головокружение, тошноту, депрессию, бессонницу, отсутствие аппетита, возникновение синдрома стресса. Причем нервная система реагирует даже на короткие по продолжительности воздействия относительно слабых полей: изменяется гормональное состояние организма, нарушаются биотоки мозга. Особенно страдают от этого процессы обучения и запоминания.

Низкочастотное электромагнитное поле является причиной кожных заболеваний, болезней сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. Оно воздействует на белые кровяные тельца, может привести к возникновению опухолей, в том числе и злокачественных.

Особое внимание исследователи уделяют влиянию электромагнитных полей на женщин в период беременности. Статистика свидетельствует, что работа за компьютером нарушает

нормальное течение беременности, повышает вероятность выкидыша и часто является причиной появления на свет детей с врожденными пороками.

Электростатическое поле большой напряженности способно изменять и прерывать клеточное развитие, вызывать катаракту.

Деятельность оператора предполагает визуальное восприятие отображенной на экране монитора информации. При этом значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат. Факторами, наиболее сильно влияющими на зрение, являются несовершенство способов создания изображения на экране монитора, недостаточно строгое соблюдение принципов эргономики.

Изображение на экране дисплея состоит из светящихся точек. Чем крупнее эти точки, тем меньше времени человеческий глаз может смотреть на них без утомления и без вреда для себя. В современных компьютерах размер такой точки – не более 0,3 мм. В устаревших моделях, которые еще продолжают использовать, светящиеся точки гораздо крупнее, частота мельканий изображения на экране дисплея значительно меньше, и поэтому глаза испытывают большее напряжение. Все это приводит к тому, что человек за компьютером устает гораздо быстрее, чем за обычным письменным столом.

Наблюдается увеличение глазных заболеваний. Так, в 1992 году в США к врачам-офтальмологам с жалобами на ухудшение зрения обратились 10 млн человек, а спустя 4 года – уже 15 млн.

Затруднения зрительного восприятия можно объяснить следующими факторами:

- резким контрастом между яркостью экрана компьютера и освещенностью помещения (предпочтительным является средний контраст);
- недостаточной освещенностью рабочего места (наиболее оптимальная освещенность 400-600 Лк).

Как показали исследования, конвергенция глаз в зависимости от частоты мельканий экрана дисплея, точка конвергенции, смещается тем дальше, чем меньше частота мельканий. Наиболее оптимальное расстояние наблюдения – 50-80 см. Крупный шрифт читается лучше при одинаковых угловых размерах.

Контроль за экраном дисплея чередуется с просмотром и анализом информации на других рабочих поверхностях, имеющих различное удаление от глаз и различную степень освещенности, яркости и контрастности. Все это приводит к повышенной нагрузке на зрительный анализатор, на его аккомодационный и мышечный аппарат.

Среди всех функциональных нарушений со стороны органа зрения ведущими являются изменения сенсорного аппарата зрительного анализатора, особенно цвето-воспринимающей его части.

Условия труда человека, работающего за компьютером, характеризуются необходимостью длительное время поддерживать неподвижную позу, напрягать зрение, интенсивно работать с клавиатурой. Через некоторое время после начала работы появляются головная боль, болезненные ощущения в области мышц лица и шеи, ноющие боли в позвоночнике, резь в глазах, слезоточивость, нарушение четкого видения, боли при движении рук. Степень болезненности ощущений пропорциональна времени работы.

Из-за длительного сидения в неподвижной позе у некоторых операторов персонального компьютера развивается мышечная слабость, происходит изменение формы позвоночника (синдром длительной статической нагрузки).

У работающих с отображенной на экране монитора информацией по 7 и более часов в день высока вероятность возникновения астенопии и воспаления глаз. Кроме того, выявлено, что среди профессиональных операторов повышена частота заболеваний глаукомой и катарактой.

Продолжительное пользование клавиатурой при работе за компьютером может стать причиной тяжелых профессиональных заболеваний рук. Комплекс этих болезней получил название травма повторяющихся нагрузок. Заболевания, связанные с травмами повторяющихся

нагрузок, охватывают болезни нервов, мышц и сухожилий рук. Наиболее часто страдают кисть, запястье («туннельный синдром», «синдром программиста») и предплечье. Иногда болезнь затрагивает плечевую и шейную области.

Постоянные пользователи персональных компьютеров подвергаются психологическим нагрузкам. У них выявлен новый тип заболевания – *синдром компьютерного стресса*, который сопровождается головной болью, воспалением глаз, аллергией, раздражительностью, вялостью, депрессией.

Компьютеры могут вызвать зависимость, сходную с наркотической.

Разработчики новых поколений персональных компьютеров многое делают для устранения негативных факторов. Вместе с тем пользователям компьютеров необходимо познакомиться с комплексами оздоровительно-профилактических упражнений, предотвращающих или снижающих утомление.

Оператор выполняет функции контроля, программирования, управления за машиной. Эта работа приобретает характер умственной деятельности, выросла нагрузка на психику человека. Труд оператора сопровождается нервно-эмоциональным напряжением. Это очень непродуктивно, приводит к росту заболеваний.

Причины нервно-эмоционального напряжения у оператора:

1. Дефицит времени.
2. Высокая личная ответственность.
3. Перегрузка информацией.
4. Гиподинамия.

Большая нагрузка на сенсорные анализаторы: слуховой, зрительный. Некоторые виды операторского труда связаны с монотонией – обслуживание контейнера, водитель метро.

Научно-технический прогресс, который привел к автоматизации и механизации производства, стал преобладать умственный труд, причем такая форма как труд оператора, в котором преобладает информационный компонент.

Оператор не имеет возможности непосредственно наблюдать за изменениями, происходящими с объектом, оператор может судить о них только благодаря сигналам, поступающим к нему по техническим каналам связи, то есть функция человека в системе управления сводится к контролю за показаниями приборов и индикаторов, отсюда интенсивная работа глазодвигательного аппарата и слухового аппарата. На основании этой информации, оператор выполняет также с помощью технических каналов связи ту или иную функцию регулирования, то есть оператор является самым важным решающим звеном системы регулирования. От него в значительной мере зависят скорость, надежность и точность работы всей системы.

В труде оператора наибольший удельный вес принадлежит умственным и психофизиологическим процессам: активное восприятие, память, мышление. Двигательные же операции не требуют особой ловкости и значимых физических усилий.

Информационная модель – комплексный раздражитель, очень сложный как по составу стимулов их распределения на пульте, так и по последовательности появления и корреспондирующим связям.

Сложность и необычность информации в операторском труде требует от оператора поиска и выбора правильного решения среди множества альтернатив, вот эта неопределенность в ситуации управления, дефицит времени и большая личностная ответственность являются факторами при наличии которых включаются психофизиологические законы, резко ограничивающие пропускную способность оператора. Возрастает нервно-эмоциональное напряжение.

Не только избыток информации может привести к переутомлению, но и наоборот недостаток информации и активности могут способствовать быстрому развитию утомления. Более того в связи с интенсивной цифровизацией и автоматизацией можно превратить человека в придаток машины.

Специфика труда операторов. В разных режимах технологического процесса оператор выполняет свои функции в системе, где управление в основном осуществляет автоматика. Для более полной характеристики операторского труда следует различать несколько режимов:

- в нормальных условиях, при хорошо налаженном режиме установки, человек с помощью средств отображения информации наблюдает за процессом и работой автоматики, не вмешиваясь в сам технологический процесс;

- в аварийных ситуациях от оператора требуются быстрые и точные действия. Иногда в таких ситуациях труд оператора превращается в полуавтоматизированный или механизированный. Труд приводит к цели только в том случае, если оператор адекватно оценивает ситуацию и точно выполняет необходимые сенсомоторные действия. Запуск или остановка системы из-за неустойчивости технологического процесса по своей сложности и напряженности близки к крайним ситуациям;

- когда технологический процесс еще идет в заданных пределах, но уже приближается к своим границам, задача оператора усложняется. Это уже не просто наблюдение и контроль — оператор теперь должен выполнить определенные действия, чтобы сместить процесс в более устойчивую зону или удержать его в требуемых технологией пределах. Собирая и анализируя информацию, выясняя причины смещения или раскочки процесса посредством размышлений, или воздействий на систему, оператор стабилизирует управляемый процесс;

- оператор строит режим работы установки самостоятельно, на новой основе, которая отличается от того, что задано производственной документацией. Такой режим иногда даже запрещен стандартной документацией. Это определяется совершенным знанием возможностей системы, выработанным за период самостоятельной работы по эксплуатации системы, стремлением оператора расширить климатические и погодные условия эксплуатации, сэкономить горючее и сберечь материальную часть, и, в конце концов, сэкономить собственные силы. По эксплуатации оборудования написаны многие тома, которые даются операторам конструкторами и испытателями. Однако, по мере эксплуатации установки выясняется, что некоторые моменты так и остались не разъясненными. В таких случаях технология строится в процессе эксплуатации и оператор, с его знаниями, навыками и опытом здесь играет одну из важнейших ролей.

Выстраивая режим самостоятельно, оператор иначе видит его, чем при регулировании в соответствии с жестко заданными требованиями. Несомненно, что объем работы, выполняемой оператором в таком режиме, значительно больше, он выходит за пределы рабочей смены и предполагает совместную работу многих специалистов, разной квалификации и специализации. Благодаря этому обогащается содержание труда, труд приносит большее удовлетворение исполнителю. В таком режиме могут работать только те операторы, у которых высок уровень интеллектуальной активности, глубокие и разносторонние знания и большой опыт работы.

Здесь оператор уже выступает как специалист, которому возможности и особенности работы техники в условиях длительной эксплуатации известны лучше, чем тем, кто ее задумал, разработал, сконструировал, изготовил и испытал. Особенно следует подчеркнуть преимущественное положение оператора по отношению к тем, кто доопределяет наставления, правовые и технологические и медицинские нормы эксплуатации, строит систему и содержание подготовки и повышения квалификации.

Инженерная психология уделяла много внимания трем из названных выше режимов работы оператора, в то время как об исследованиях четвертого сообщается очень редко. Между тем, такие исследования должны явиться одной из точек роста инженерной психологии, как в научной, так и в практической области, поскольку рассмотрение операторского труда как творческого должно решить проблемы, связанные с неудовлетворенностью отношениями в трудовых коллективах, конфликтами и т.д. В конце концов, без знания творческой стороны характеристика операторского труда была бы неполной, и даже искаженной, поскольку акценты делались бы только на отрицательных сторонах труда.

В руководствах по инженерной психологии *операторский труд характеризуется следующими особенностями:*

- 1) технологический процесс, которым управляет оператор, идет с большой скоростью;
- 2) на некоторых этапах оператор должен перерабатывать за короткие периоды времени большие объемы информации;
- 3) в такие периоды труд оператора бывает очень напряженным;
- 4) технологический процесс является достаточно сложным, но ответственность за ошибки велика, велика и цена ошибки.

К перечисленным чертам, перечень которых можно встретить в любом описании операторского труда, необходимо добавить, что для операторского труда, особенно на транспорте, характерны:

- быстрые переходы от периодов чистого ожидания к напряженной работе;
- переходы могут происходить неожиданно, а возникшая при этом ситуация часто непохожа на другие;
- особенно следует отметить быстрое изменение состояния среды (метеорологическая обстановка, интенсивность шума, движения и др.).

Невозможно в нескольких признаках раскрыть специфику труда, на освоение которого требуются многие годы. В этом мы видим цель нашего курса, хотя и его объем кажется нам слишком малым, чтобы вместить в себя все многочисленные сведения, накопленные нами за 30 лет работы с операторами различных систем.

Наблюдая оператора за пультом, психолог отметит ряд характерных особенностей: сосредоточенная, почти неподвижная поза, взгляд прикован к приборам, небольшие движения взора в пределах приборной доски, скупые, короткие, быстрые и точные движения с органами управления, четкие речевые команды или сообщения, подаваемые в условных кодах. Об эмоциональном накале таких периодов свидетельствует лицо оператора. Можно наблюдать тремор рук, зарегистрировать учащение пульса, повышение давления и т.д. Иногда операторы упоминают об иллюзиях, галлюцинациях, даже кратковременных потерях сознания, страхах. Судя по всему, это и есть пароксизмальные расстройства. Но это могут быть и синкопальные состояния, которые вполне могут развиваться у операторов в процессе интенсивной деятельности.

Синкопальное состояние (обморочное состояние) – это кратковременная потеря сознания, вызванная преходящим ухудшением кровоснабжения головного мозга. Возникает внезапно, длится, как правило, несколько минут. К ним относятся кардиогенные обмороки, респираторные, гипогликемические и анемические синкопальные состояния.

Отдельно выделяют синкопальные состояния при поражении сосудов головного мозга, ортостатические синкопальные состояния, психогенные синкопальные состояния и синкопальные состояния при воздействии экстремальных факторов.

Непосредственной причиной синкопальных состояний является уменьшение кровоснабжения головного мозга ниже уровня, необходимого для поддержания нормального метаболизма. Самая частая причина острого уменьшения кровоснабжения мозга — снижение артериального давления (АД). Критическое снижение АД может быть обусловлено резким падением сердечного выброса или выраженным снижением общего периферического сопротивления сосудов.

Изучение речевого обмена между операторами имеет особое значение. На трудовые процессы, на движения и на фразеологию, определяемые технологией, наставлениями и внутренними регламентами, накладываются состояние оператора и особенности отношений в коллективе. Прослушивая переговоры, психолог может без труда отличить служебные, технологические, от тех, которые связаны с состоянием и отношениями, отметить утомление, конфликтность и др.

Психологам, изучающим профессии транспортного типа не часто удастся проникнуть в кабину, чтобы наблюдать близко работу небольшого экипажа в течение длительного времени. Еще реже в такие периоды можно столкнуться со случаями, когда с экипажем происходит что-

то необычное, когда поведение людей заметно меняется. Но если все-таки возникает возможность попасть в кабину, то психолог превращается в участника изучаемой ситуации, поскольку в условиях тесной кабины выделиться ему совершенно невозможно.

Материал, который вынесет психолог из такого эксперимента, зависит не только от его умения наблюдать, запоминать и осмысливать происходящее, но и от его способности войти в группу, занять и держать нейтральную позицию, но при этом создать и поддерживать ситуацию благожелательного отношения. Это очень непростая задача, поскольку экипаж ни в коем случае не согласится принять наблюдателя и поддерживать с ним положительные рабочие отношения. Группа ожидает от психолога тестирования, или какого-либо подвоха. В таких условиях сама группа не замедлит воспользоваться возможностью и сама, условно говоря, «протестирует» психолога, чтобы определить уровень интеллекта, профессионализм и ряд важных человеческих качеств (чувство юмора и т.д.).

Перед глазами психолога, присутствующего среди операторов при совершении трудового процесса, предстает операторский труд во всей сложности и полноте — искусственная среда, условный язык, которые сочетаются с разнообразными формами человеческих отношений, характеров, интересов, ожиданий и т.д.; тяжелые режимы труда и отдыха, способные истощить любые запасы сил; напряженные производственные отношения между служащими разных уровней и иногда — необычайно тесная сплоченность, сработанность между членами команды. Налицо множество практических проблем, которые требуют безотлагательного решения.

Чтобы обогатить описание операторского труда, необходимо выйти за рамки непосредственной трудовой ситуации и понаблюдать операторов во время учебы: на лекциях и групповых разборах, при обмене опытом и при сдаче зачетов, во время тренажерной подготовки, где при отработке уникальных аварийных ситуаций обнаруживаются глубоко скрытые особенности человеческого характера. Особое значение приобретает наблюдение за оператором во время подготовки к рабочей смене. Сбор информации об объекте, системе и среде, контакты с различными специалистами, готовящими оборудование к смене, осмотр кабины, опробование органов управления — все эти действия обнаруживают не только особенности труда, но и особенности человека (хаотичность, тревожность, беспокойство, импульсивность или сдержанность, педантизм, точность, аккуратность).

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое операторский труд? Дайте краткую характеристику.
2. Перечислите основные этапы деятельности оператора.
3. Какие Вам известны психические процессы, лежащие в основе трудовой деятельности оператора?
4. Что из себя представляют пароксизмальные состояния? Дайте краткую характеристику.
5. Безопасность труда – это... Дайте определение.
6. Что такое «рабочее место оператора»? Опишите его.
7. Какие Вам известны эффекты работы с экранной индикацией?
8. Перечислите причины нервно-эмоционального напряжения у оператора.
9. Что обозначает понятие «информационная модель» применительно к операторскому труду?
10. Какими факторами можно объяснить затруднения зрительного восприятия оператора?
11. Опишите специфику труда оператора
12. Что обозначает понятие «синкопальное состояние»?

Тема 2. Психологическое содержание труда операторов в особых условиях

Признаки. Сложность. Подготовка. Выполнение. Анализ последствий

1. Признаки: скорость поступления и объем информации, сложность задач, ответственность, нерегулярность сложных ситуаций и скорость их развития. Для операторского труда характерны длительные периоды наблюдения и пассивного ожидания.

2. Подготовка к выполнению сложной деятельности. Содержание подготовки: изучение документов, проигрывание ситуаций на моделях и тренажере, продумывание наиболее сложных моментов. Беспокойное ожидание, страх, тревожные сновидения. Контроль подготовленности новичка со стороны значимого другого. Значение подготовки для точного выполнения. Проблема: может ли тщательная подготовка сама по себе обеспечить успешное выполнение действия?

3. Факторы, определяющие сложность практической задачи: неопределенность, новизна и неожиданность событий и объектов окружающего мира, неполнота, неясность, неточность информации, поступающей к оператору, многовариантность, неполнота, неопределенность, незавершенность планов, стратегий и вариантов действий, временной дефицит, социальное давление на исполнителя. После получения сложной задачи (эмоциональная характеристика ожидания): беспокойство, тревожные сновидения, страх, отказ от выполнения. В процессе исполнения: стресс, напряженный контроль за исполнением, выделение и ожидание сложных мест. Взаимная подстраховка выполнения в наиболее сложных местах.

4. Выполнение трудового действия. Этапы: сбор информации, анализ ситуации в целом, выделение вариантов и определение их последствий, момент выбора (психологическая характеристика включает эмоциональный, когнитивный и исполнительный аспекты), исполнение действия: перцептивные и двигательные операции. Речевой обмен в команде. Разделение задач и слитность цели. Координация движений.

5. Анализ последствий действия. Коллективный разбор результатов. Разные видения происшедшего и разные интерпретации последовательности событий. Продумывание происшедшего и переживание последствий. Трудность осознания и интерпретации. Влияние команды на формирование стандартов выполнения операций у каждого отдельного специалиста

Этапы, виды и режимы операторского труда. Основными этапами операторской деятельности являются:

- восприятия информации об объектах управления и окружающей среды, которая важна для решения задач, поставленных перед системой «человек-машина». Для этого оператор должен заметить сигнал ли, выделить из их совокупности наиболее важные и расшифровать результате этих действий у оператора формируется предварительное представление о состоянии управляемого объекта. Качество восприятия информации зависит от типа и количества индикаторов, организации информационного поля, характеристик информации;

- оценка и переработка информации. На этом этапе сравниваются заданные и реальные режимы работы системы, осуществляется анализ и обобщение информации, выделяются критические объекты и ситуации на основе уже известных критериев важности и срочности устанавливается очередность обработки информации. На оценку и переработку информации влияют способ кодирования, объем и динамика изменений в системе, а также от соответствие объемов информации возможностям памяти и мышления оператора;

- принятия решения о необходимых действиях на основе проведенного анализа и оценки информации, а также на основе других сведений о целях и условиях работы системы, возможных способах действия, последствия правильных и неправильных решений. Эффективность принятого решения зависит от типа задачи, сложности логических условий, алгоритма и количества возможных вариантов решения;

- реализация принятого решения путем выполнения определенных действий или выдачи соответствующих распоряжений. На этом этапе отдельными действиями являются перекодировки принятого решения в машинный код, поиск нужного органа в управлении и

манипуляции с ним и т.д. Выполнение движений зависит от количества органов управления, их типа и способа размещения.

На каждом этапе необходим контроль собственных действий, который может быть инструментальным или визуальным, что обеспечивает надежность работы оператора.

Первые два этапа называют получением информации, другие два - ее реализацией.

Получение информации происходит через восприятие оператором информационной модели объекта управления, то есть различных носителей информации. После декодирования воспринятых сигналов формируется логическое знание о управляемом процессе, который называют концептуальной моделью. Концептуальная модель дает возможность оператору объединять в единое целое отдельные части управляемого процесса и на основе принятого решения осуществить эффективные руководящие действия, то есть реализовать полученную информацию.

Несмотря на общие черты деятельности оператора, выделяют отдельные виды операторского труда, для которых характерны свои особенности.

Оператор-технолог непосредственно включен в технологический процесс. Он работает преимущественно в режиме немедленного обслуживания, то есть отслеживает, контролирует и регулирует технологический процесс с целью поддержания его в заданных пределах. Преобладающими являются руководящие действия, выполнение которых регламентируется инструкциями. Последние содержат полный набор ситуаций и решений. К этому типу относятся операторы технологических линий, операторы по приему и переработке информации.

Оператор-наблюдатель (контроллер, диспетчер) В его деятельности важное значение имеют информационные и концептуальные модели, а также процессы принятия решений. Руководящие действия несколько проще. Он может работать в режиме отложенного обслуживания. Сюда относятся операторы радиолокационных станций, диспетчеры на различных видах транспорта.

Оператор-исследователь в значительно большей степени использует понятийный аппарат мышления и опыт, заложенные в концептуальную модель. Органы управления имеют меньшее значение, а информационные модели, наоборот, большое. Сюда относятся пользователи вычислительных систем, дешифровальщики различных объектов и т.п.

Оператор-манипулятор, в деятельности которого большое значение имеет сенсомоторная координация и моторные (двигательные) навыки. Механизмы моторной деятельности основные, хотя используется и аппарат понятийного и образного мышления. Функциями оператора-манипулятора является управление роботами, машинами, транспортными средствами и т.д.

Оператор-руководитель Главную роль в деятельности играют интеллектуальные процессы. Это организаторы, руководители различных уровней, лица, принимающие ответственные решения в человеко-машинных комплексах и обладают необходимыми компетенциями, опытом, интуицией.

В зависимости от преобладания того или иного психического процесса в работе оператора можно выделить следующие виды деятельности:

- сенсорно-перцептивные;
- моторную;
- интеллектуальную.

В сенсорно-перцептивной деятельности центр тяжести приходится на получение информации и ее первичную оценку. Основная задача решается в сфере восприятия, а исполнительные действия просты.

Для моторной деятельности характерен высокий удельный вес исполнительских действий, в то время как восприятие информации и принятия решения подчинены этой основной задаче.

Деятельность интеллектуального типа характеризуется тем, что на первый план выступают функции принятия решений, логической переработки информации, вычисления.

Эффективность работы оператора зависит от режима, в котором она протекает. Различают минимальный, оптимальный и экстремальный режимы работы.

Минимальный режим работы оператора имеет место при управлении нормально работающей высокоавтоматизированной системой. Недостаток информации, условия рабочего комфорта, монотонность приводят к потере бдительности оператора, что может быть причиной несвоевременных действий на аварийные сигналы, возникновения аварий, катастроф.

Оптимальный режим работы характеризуется комфортными условиями и нормальной работой автоматических устройств. Человек следит за состоянием системы, корректирует те параметры, которые выходят за пределы нормы. Основное значение имеют приобретенные навыки, привычный темп. Работа выполняется без значительных нервно-психических затрат.

Экстремальный режим работы отмечается резко повышенными требованиями к интеллектуальной и эмоционально-волевой сферы человека. Работа в сложных, ответственных и неожиданных ситуациях требует умения быстро анализировать обстановку и за короткое время принять и реализовать решение. Оператору часто требуется мужество, основанная на чувствах долга и ответственности за свои действия в этом режиме имеет место дискомфорт, а нервные перегрузки могут привести к переутомлению, нервного истощения и срыва деятельности.

Деятельность оператора зачастую протекает в условиях, которые предъявляют к нему повышенные требования. Такие условия называются особыми (усложненными, уникальными). Их изучением занимается специальное направление прикладной психологии - психология труда в особых условиях. К числу таких условий относятся: наличие факторов риска, высокая психологическая «цена» деятельности, усложнение функций оператора, расширение диапазона скоростей управляемых процессов, увеличение темпа деятельности, монотонность работы в условиях ожидания сигнала к действиям, совмещение различных по цели действий в одной деятельности (совмещенная деятельность), переработка больших объемов и потоков информации (перегрузка информацией), дефицит времени на выполнение требуемых действий, сложная динамика изменения функциональных состояний, возникновение аварийных ситуаций, недостаток информации (сенсорный голод), ограничение двигательной активности (профессиональная гипокинезия) и др.

Особые условия предъявляют повышенные требования к оператору, часто являются причиной ошибок и срывов в его работе, неблагоприятно влияют на его работоспособность и состояние здоровья. Особые условия всегда связаны с воздействием экстремальных факторов или возникновением экстренных ситуаций. В зависимости от степени периодичности или частоты их появления различают:

- собственно особые условия деятельности, которые справедливы для тех ситуаций, когда деятельность сопряжена с эпизодическим действием экстремальных факторов;
- экстремальные условия деятельности (как крайняя форма особых условий), связанных с постоянным действием экстремальных факторов.

Например, деятельность летчика в полете осуществляется всегда в экстремальных условиях; то есть постоянно имеют место экстремальные факторы: невесомость, перегрузки, сенсорная изоляция, потенциальная угроза и т.п. В то же время работа машиниста локомотива, водителя автотранспорта, оператора энергосистемы осуществляется в особых условиях, связанных с определенной вероятностью аварийных ситуаций, с возможным резким изменением функциональных состояний от монотонии и оперативного покоя до стрессовых состояний.

Особые и экстремальные условия могут носить различный характер, однако работа в них характеризуется определенными закономерностями.

1. Напряженность работы оператора в таких условиях может быть эмоциональной, вызванной действием эмоциональных факторов, и операционной (деловой), являющейся результатом большой сложности выполняемой работы.

2. Особые и экстремальные условия вызывают колебания работоспособности оператора или ее явное понижение, особенно при сильной эмоциональной напряженности. При этом увеличивается количество ошибок, нарушается последовательность операций, замедляется темп реакций и т.п. В особо тяжелых случаях происходит распад трудовых навыков. Понижение работоспособности наиболее часто проявляется у молодых операторов.

3. Понижение работоспособности и эффективности деятельности существенно зависит от индивидуальных свойств операторов, и прежде всего от свойств их нервной системы. Так, люди с сильной, уравновешенной нервной системой более выносливы к экстремальному напряжению, чем лица, обладающие слабой или неуравновешенной нервной системой. «Слабые» более подвержены утомляющему влиянию сверхсильных воздействий. Важна и подвижность нервных процессов, быстрота и легкость смены возбуждения и торможения. Люди с малой подвижностью нервных процессов труднее переключаются с одного режима деятельности на другой.

4. Эмоциональная устойчивость и работоспособность операторов существенно повышается, если они заранее детально изучили особенности предстоящей деятельности, объекты управления, возможную обстановку и последствия неправильных действий.

5. Существенное влияние на работоспособность оператора в особых и экстремальных условиях оказывает предварительная тренировка, как специальная, так и психологическая. Это объясняется тем, что степень неожиданности ситуации значительно понижается, если эти ситуации предварительно были проиграны на тренировках. Другими словами, к экстремальным ситуациям, в известной мере, можно привыкнуть или подготовиться, об этом, в частности, свидетельствует опыт проведения деловых (оперативных) игр при подготовке операторов энергоблоков.

6. Большое значение имеет формирование моральных, волевых и других характерологических качеств личности, в частности, степень развития чувства ответственности. Велика также роль оперативной установки, которая в экстремальных условиях выступает как механизм избирательной компенсации, посредством которого организуется целостное поведение и деятельность человека.

7. Особые и экстремальные условия характеризуются нелинейной и немонотонной зависимостью изменений продуктивности деятельности от интенсивности и продолжительности экстремальных воздействий. Обычно существует оптимальный уровень воздействия, в то время как слабые, так и сверхсильные воздействия могут способствовать снижению результативности деятельности.

8. Особые и экстремальные условия характеризуются, как правило, воздействием на оператора не одного, а нескольких факторов одновременно (комбинированные факторы). Их общий эффект определяется характером взаимодействия отдельных компонентов. Оно может носить аддитивный, синергический или антагонистический характер. При этом общий эффект будет соответственно равен, больше или меньше суммы эффектов отдельных факторов. Антагонизм факторов (например, невесомость и физические нагрузки) позволяет снизить экстремальный характер одного из них; синергизм факторов (например, вибрация и холод) важно учитывать в том случае, когда каждый из них в отдельности не оказывает существенного влияния на человека, но в совокупности они могут стать экстремальным фактором.

9. Во многих случаях особые и экстремальные условия деятельности человека таковы, что их принципиально невозможно исключить или изменить. Это исключает возможность активного влияния на них и создания для оператора функционального комфорта. Большое значение в этом случае имеет профессиональный отбор, хорошая профессиональная подготовка и специальная психологическая тренировка операторов.

Таковы наиболее общие особенности и закономерности деятельности оператора в особых и экстремальных условиях. Помимо них каждый фактор, вызывающий возникновение таких условий, имеет свои специфические особенности. Рассмотрим важнейшие из них.

В первую очередь необходимо рассмотреть фактор риска, то есть такой психологический фактор необычных условий, которые характеризуются наличием угрозы для жизни человека. Изучение фактора риска является одной из важнейших задач психологии безопасности. Здесь считается, что понятие «риск» расценивается или как опасное условие, при котором выполняется деятельность, или же как действие, совершаемое в условиях неопределенности. Примером проявления риска как условия может служить деятельность оператора в опасной зоне (например, при обслуживании высоковольтной установки), примером же риска в действии — случаи, когда люди преднамеренно нарушают правила безопасности в надежде, что все обойдется.

К особым условиям относится работа человека в режиме ожидания (*дежурные режимы*). Такая ситуация характерна для высокоавтоматизированного производства. В деятельности человека различают пассивное и активное ожидание. В первом случае процесс ожидания имеет строго регламентированный характер, его начало и окончание заранее известны, известны также действия, которые должен выполнить человек. Примером является работа на станках-полуавтоматах, где задача оператора заключается в том, чтобы установить деталь, включить станок в автоматический режим, по окончании обработки вынуть деталь и приступить к обработке следующей детали. Трудовая деятельность характеризуется пассивным вниманием, скудностью раздражителей, малой двигательной активностью, что вызывает у человека состояние однообразия, скуки, монотонии. Для такой работы наиболее приспособлены лица с инертным типом нервной системы, интроверты.

В режиме активного ожидания при нормальном протекании производственного процесса задача оператора состоит в сосредоточенном наблюдении за его ходом и принятии активных действий при его отклонении от нормы. Монотонность обстановки, отсутствие активной деятельности, гиподинамия способствуют снижению функционального состояния организма. В то же время психологическая установка на сохранение-готовности к экстренному действию, неопределенность его появления как во времени, так и по характеру, необходимость длительного сосредоточенного наблюдения вынуждает оператора сохранять активность систем организма, прежде всего анализаторов и центральной нервной системы, на высоком уровне. Поддержание такого состояния требует определенных психологических и энергетических затрат, следовательно, режим ожидания является достаточно сложным видом операторской деятельности. Поэтому его можно квалифицировать как труд ожидания.

Еще одним из проявлений измененных условий деятельности является десинхроноз (от лат. *de* — отдаление, греч. *synchronismos* — совпадение во времени) — неблагоприятное состояние организма вследствие нарушения его циркадианных (суточных) ритмов. От слаженности циркадианной системы организма прямо зависит состояние физиологической нормы, поэтому воздействия, повреждающие циркадианные ритмы, выражаются в различных отклонениях от этой нормы.

Основными причинами десинхроноза являются:

- рассогласование биологических датчиков времени и циркадианных ритмов организма, которое может возникать как при смене часовых поясов (например, трансмеридианные перелеты), так и при устойчивом рассогласовании по сну-бодрствованию с местной системой датчиков времени (чередование ночных и дневных рабочих смен);
- частичное или полное исключение датчиков времени (условия Арктики или Антарктики, космические полеты, длительное пребывание в условиях изолированного пространства и т.п.);
- воздействие экстремальных факторов: физические и психические (особенно эмоциональные) перенапряжения, мышечные нагрузки, физические воздействия.

Следствием десинхроноза является расстройства сна, снижение аппетита, снижение умственной и физической работоспособности, различного рода невротические расстройства. Различают острый и хронический, явный и скрытый, тотальный и частичный десинхроноз. Профилактика десинхроноза основана прежде всего на установлении рационального режима труда и отдыха.

Проявлением особых условий деятельности в ряде случаев является изоляция — обособление человека или группы людей (групповая изоляция) от привычных условий жизни и общения с другими людьми. Изоляция может быть длительной (космический полет, отдаленные экспедиции и т.п.) и кратковременной (операторская деятельность в кабинах малого объема, в режиме оперативного покоя; ожидания экстренных действий). В последних случаях с проблемой изоляции тесно связана и проблема гипокинезии (ограниченной двигательной активности).

Разновидностью изоляции в сенсорно-перцептивной сфере является депривация (от лат. *deprivatio* — лишение, потеря) — сенсорная недостаточность (сенсорный голод), наблюдаемая у человека в условиях изоляции или при нарушении работы органов чувств. В условиях депривации у человека усиливается потребность в ощущениях и аффективных переживаниях,

что осознается в форме сенсорного и эмоционального голода. В ответ на это активизируются процессы воображения, которые определенным образом воздействуют на образную память.

В условиях депривации нарушается режим сна и бодрствования, развиваются гипнотические состояния. Чем жестче условия депривации, тем быстрее нарушаются процессы памяти и мышления, что проявляется в невозможности на чем-либо сосредоточиться, последовательно обдумать проблемы. Отмечается также снижение функции экстраполяции и продуктивности при выполнении умственных действий. Состояния, близкие к депривации, могут встречаться у операторов при нахождении их в режиме оперативного покоя.

В ряде случаев особые условия могут быть связаны с необходимостью непрерывной работы в течение довольно продолжительного времени. Это явление носит название режима непрерывной деятельности (РНД). Он характеризуется временным промежутком, в течение которого человек выполняет деятельность в условиях вынужденного бодрствования.

Наиболее хорошо изучены психологические особенности непрерывной высокомотивированной деятельности продолжительностью до 72 часов. В этих условиях происходят закономерные изменения в состоянии функций организма, в структуре действий и свойствах личности, обусловленные как суточной периодикой, так общей длительностью РНД.

Характерным для влияния общей продолжительности бодрствования является наличие трех фаз качественного различных изменений показателей оператора. *Первая фаза* продолжается от начала РНД до середины первой ночи и сопровождается небольшими изменениями физиологических функций, отражающими гомеостатическое регулирование на обычном уровне стабилизации. *Вторая фаза* продолжается до середины второй ночи. Наблюдается рост показателей состояния и деятельности, в которых произошли сдвиги значений. Увеличивается время восприятия приборной информации. Эта фаза может рассматриваться как фаза быстрой адаптации. *Третья фаза* наступает с вечера третьих суток и проявляется в биохимических сдвигах, снижается качество всех типов познавательной деятельности. Эта фаза по своим проявлениям напоминает первый период стресса — реакцию тревоги.

К особым условиям относится также необходимость выполнения совмещенной деятельности. Под ней понимается разновидность деятельности оператора, возникающая в ситуации, когда ему приходится решать две и более одновременно возникшие задачи. Выполняемые в совмещенной деятельности действия разделяются на два класса: связанные и несвязанные.

К первому из них относят, например, действия по управлению такими параметрами динамики самолета, как крен и тангаж, ко второму — пилотирование в сочетании с радиообменом. В процессе тренировки отдельные действия, относящиеся к классу связанных, сливаются в «полное совмещенное действие». В общем виде под связанными действиями понимаются такие, которые направлены на достижение одной общей для обоих действий цели. Наличие лишь одной цели позволяет сформировать единый перцептивный или моторно-перцептивный образ.

Класс несвязанных действий есть как раз то, что обычно и называют собственно совмещенной деятельностью. Ее отличительным признаком является одновременное наличие двух и более целей. Важным вопросом при изучении такой деятельности является выяснение того, в каких случаях выполнение различных действий, направленных на достижение разных целей, происходит параллельно, а в каких случаях они осуществляются последовательно путем переключения внимания.

При совмещении действий происходят разные процессы в зависимости от условий их выполнения. Если хотя бы одно из действий автоматизированное, то два действия могут осуществляться практически параллельно. Во всех остальных случаях в соответствии с концепцией включения происходит формирование новой структуры действий.

При отсутствии дефицита времени происходит поочередное переключение с одного действия на другое. В случае дефицита времени происходит изменение способов выполнения действий. Если потенциал одного действия значительно больше другого, то прежде всего упрощается алгоритм менее доминантного действия. В ряде случаев может происходить

сопряжение действий на основе формирования единой новой программы выполнения ранее изолированных действий и образования новых оперативных единиц.

Таковы специфические особенности некоторых видов деятельности оператора в особых условиях. Рассмотреть их все в рамках данной книги не представляется возможным. Однако некоторые из них будут рассмотрены в ходе последующего изложения материала. К ним относятся: дефицит времени, недогрузка и перегрузка информацией, производственная гипокинезия и гиподинамия, монотония, динамика функциональных состояний.

Совершенно особое место в рамках рассматриваемого вопроса занимает деятельность оператора в условиях потока сигналов. Это обусловлено рядом обстоятельств: *во-первых*, поток и обусловленная им очередь сигналов создает совершенно новые условия деятельности, отличные от работы по обработке отдельных, изолированных сигналов; *во-вторых*, работа в условиях потока сигналов является весьма распространенным видом операторской деятельности; *в-третьих*, в литературе имеется лишь описание отдельных сторон этой деятельности, ее всесторонняя характеристика практически не проводилась.

Деятельность оператора в условиях потока сигналов

Потоком сигналов называется последовательность следующих друг за другом через случайные или регулярные интервалы времени сигналов, несущих оператору информацию о состоянии объекта управления и требующих ответной реакции. Работа в условиях потока оказывает существенное влияние на характер деятельности оператора. На ее результаты большое влияние оказывает не только характер решаемых задач, но и их взаимодействие между собой. Данное явление может существенным образом повлиять на характер поведения и результаты работы оператора. Они оказываются отличными от тех результатов, которые могут быть получены при решении отдельных, изолированных друг от друга задач.

В инженерной психологии имеется целый ряд данных, свидетельствующих, например, о том, что время реакции на изолированные раздражители и раздражители, следующие друг за другом, существенно различно. При этом на время реакции влияние оказывает темп подачи сигналов, промежуток времени между моментами поступления сигналов, степень маскировки одного сигнала другим, соотношение интенсивностей соседних сигналов и т.п. Систематизированные данные по количественной оценке степени взаимного влияния отдельных действий на время реакции оператора приведены в работе. Имеются также данные о взаимном влиянии отдельных действий на безошибочность реакций оператора. Все эти результаты получены при изучении сенсомоторных реакций. Взаимное влияние друг на друга более сложных задач управления, решаемых оператором, оказывается еще более выраженным, что необходимо учитывать при решении задач анализа и проектирования деятельности оператора.

Оценка характеристик потока сигналов в задаче обнаружения их оператором приводится в работе Ю.М. Забродина. Им было установлено, что логическое усложнение при введении выбора, сопоставления, запоминания приводит к существенному увеличению времени обработки информации и уменьшению пропускной способности оператора. Значительно удлиняется процесс поиска сигналов. Время поиска увеличивается при увеличении размеров поискового поля, увеличении плотности потока сигналов и уменьшении их различимости. Особый интерес представляет изучение способностей человека к оценке и использованию вероятностной структуры потока сигналов, в частности, к установлению стохастических связей и оценке последствия сигналов. Эти способности связаны с включением памяти в функциональную структуру приема и переработки информации человеком. Указанное обстоятельство требует при создании СЧМ определения и оценки вероятностной структуры сигнальных процессов и поиска путей оптимального согласования потоков оператора и машины в СЧМ. Для решения этой задачи используется специальная схема моделирования информационных потоков.

Большое значение имеет разработка и обоснование требований к информационному потоку, поступающему к оператору. Для оценки степени приспособленности потока к возможностям человека в работе проведен содержательный анализ информационных потоков. В результате его выделены основные признаки оптимизированной подачи информации, удобной для оперирования ею человеком. К этим признакам относятся достоверность,

своевременность, расчлененность, обозримость и сопоставимость информационных данных. Учет этих требований необходим при организации информационных потоков в системе. Невыполнение данных требований является дополнительным источником ошибок операторов.

Многие ситуации, характерные для деятельности оператора в условиях потока сигналов (на примере сенсомоторных реакций выбора), детально исследованы в работе О.А. Конопкина. Им показано, что темп поступления сигналов — существенное условие операторской деятельности, которое определяет плотность потока подлежащей переработке информации и тем самым влияет на психофизиологическую напряженность оператора и надежность его работы. В результате проведенных исследований установлено, что темп предъявления сигналов является самостоятельным фактором, способным влиять на скорость приема и передачи информации человеком.

На скорость и надежность работы оператора влияет временная неопределенность сигналов и их вероятностные характеристики. При этом показывается, что зависимость результатов деятельности человека от комплекса объективных условий, в которых она осуществляется, закономерно опосредствуется процессом целенаправленной саморегуляции. Она основана на осознании отражений и оценке условий в целях успешного осуществления деятельности.

Изучение характера работы оператора позволяет сделать вывод, что только темп поступлений сигналов не может полностью определять результаты деятельности оператора. Основным фактором, детерминирующим деятельность оператора по наработке потока сигналов, является очередь на обслуживание. Она образуется вследствие случайного во времени характера поступления сообщений и реагирования на них оператора. Можно предполагать, что именно очередь сообщений и их характер являются теми факторами, которые оказывают наиболее специфическое влияние на результаты деятельности оператора и процессы ее психической регуляции.

Изучению деятельности оператора в условиях очереди на обслуживание посвящены специальные экспериментальные исследования. Установлено, что деятельность оператора в условиях очереди существенным образом отличается от аналогичной по характеру деятельности, но совершаемой в обычных условиях. При этом на результаты деятельности большое влияние оказывает как частота, так и длина очереди.

При длине очереди более 3-4 сообщений резко ухудшается такая характеристика деятельности оператора, как время обслуживания, и растет число ошибок. Это связано с повышением нагрузки на оперативную память и переходом к долговременному запоминанию. Частота появления очереди оказывает существенное влияние на надежность работы оператора при коэффициенте очереди, большем 0,4. Обнаружено также, что на результаты деятельности оператора влияет и время ожидания начала обслуживания. При большой длине очереди оператором нарушается последовательность обработки сообщений. Работа в условиях очереди предъявляет повышенные требования к памяти оператора (как оперативной, так и долговременной).

Следствием очереди сообщений на обслуживание являются такие ситуации в системе «человек-машина» как дефицит времени и переполнение оперативной памяти человека. Эти ситуации оказывают существенное влияние на скорость и надежность работы оператора. Поэтому их учет является необходимым условием при инженерно-психологическом проектировании и оценке деятельности оператора. Наиболее полное исследование особенностей деятельности оператора в условиях дефицита времени проведено Д.Н. Завалишиной. Ею показано, что в операторской деятельности имеют место две разновидности дефицита времени: острый дефицит, находящийся на пределе возможностей человека выполнить деятельность, и лимит времени, то есть ограниченное время на выполнение деятельности.

Первая разновидность дефицита времени характерна для аварийных ситуаций и некоторых критических режимов функционирования управляемого объекта. Такой дефицит является периодической характеристикой трудовой деятельности и оказывает, как правило, дезорганизующее влияние на деятельность оператора.

Дефицит времени второго рода является постоянной характеристикой многих видов трудовой деятельности, связанных с приемом и переработкой больших объемов информации в жестком временном режиме. Кроме того, дефицит времени в этом значении имеет место в тех случаях, когда на выполнение работы устанавливается некоторый лимит времени. Такой случай весьма характерен для многих АСУ. В таких системах правильные, но несвоевременные действия рассматриваются как невыполнение задачи (несвоевременное обслуживание поступающих сообщений). Дефицит времени в этом значении оказывает, как правило, оптимизирующее влияние на деятельность оператора.

В обоих случаях дефицит времени является одним из важнейших факторов регуляции и целесообразной перестройки деятельности оператора. Для успешной работы в ситуации дефицита времени рекомендуется формирование общего высокого уровня выполнения определенной деятельности и специальное обучение скоростным навыкам, а также профотбор операторов по скоростным характеристикам.

Большую роль в деятельности оператора играет оперативная память. Этому, как отмечает Г.В. Репкина, в большой степени способствуют жесткие лимиты времени и особо высокие требования к точности работы оператора. При изучении процесса решения им целого ряда задач обнаружено, что для принятия решения часто бывает необходимым запоминать на короткое время ряды поступающих сигналов. Такая ситуация наиболее характерна для операторов, деятельность которых зачастую протекает в условиях очереди сигналов на обслуживание.

Анализ ошибок, допускаемых операторами, показывает, что часть из них вызывается нарушениями работы оперативной памяти. Проведенные экспериментальные исследования деятельности оператора в условиях очереди на обслуживание показали, что кроме ошибок в обработке поступающих сообщений операторы допускают ошибки и в выборе нужного сообщения из очереди. Причем первый вид ошибок преобладает при малой длине очереди, второй — при большой (более 3-4 сообщений): число же ошибок зависит от длины очереди.

Важное значение для анализа деятельности оператора имеют работы П.Б. Невельского по изучению характеристик памяти оператора, в частности ее объема. Им установлено изменение объема памяти с течением времени, то есть в зависимости от времени, прошедшего после запоминания. Такая ситуация весьма характерна для деятельности оператора в условиях очереди, когда имеет место информационный поиск с отставленным обслуживанием. В этом случае оператор должен воспроизвести найденную последовательность сигналов не сразу, а спустя некоторое время (время ожидания начала обслуживания). Поэтому важной характеристикой памяти оператора является не только ее объем, но и длительность сохранения информации. Роль этих характеристик особенно велика при работе оператора с динамичной информационной моделью, когда оператор не только должен запомнить найденную последовательность сигналов, но и следить за ее изменениями в связи с изменением обстановки. В условиях очереди сигналов такая ситуация является весьма типичной.

На результаты деятельности оператора большое влияние оказывает временная неопределенность поступления сигналов. Эта неопределенность проявляется, прежде всего, в случайном во времени характере поступления сообщений на обслуживание. Для учета этого явления поступающий поток сообщений нужно описать законом распределения, наиболее адекватно отражающим реальное положение вещей.

При одном и том же темпе (интенсивности) поступления сообщений результаты деятельности существенно зависят от вида входящего потока. Это различие обусловлено разной степенью неопределенности поступления сообщений во времени и, следовательно, различными проявлениями очереди на обслуживание (ее длиной, частотой появления, периодами занятости и т.д.). Поэтому учет характера входящего потока является важной задачей при проектировании и оценке деятельности оператора.

Специальными исследованиями установлено, что структурой информационных потоков определяется также напряженность работы оператора. Поэтому одним из возможных способов минимизации временных затрат является выбор оптимальной структуры этих потоков. Располагая конкретными статистическими данными, можно решать следующие задачи:

- принимать решение о внедрении структуры потока, оптимальной с точки зрения минимума временных затрат на обмен информацией при заданном качестве функционирования системы;

- обеспечить оптимальную загруженность каждого из звеньев управления СЧМ.

Указанные задачи могут решаться как путем выбора определенного вида входящего потока, так и оптимальным распределением его между различными потребителями. Первый путь не всегда возможен, поскольку в большинстве случаев вид входящего потока определяется объективными условиями работы темы. Второй путь более реален.

Работа в условиях потока информации предъявляет повышенные требования к целому ряду психологических качеств оператора. Проведенными исследованиями установлено, что к их числу в первую очередь относятся: объем памяти, способность к переключению и распределению внимания, скоростные характеристики. Эти результаты были получены как путем моделирования деятельности оператора на ЭВМ, так и экспериментальным путем. Учету выявленных качеств следует уделить особое внимание при проектировании и оценке деятельности оператора.

Однако при этом следует учитывать возможность изменения перечисленных качеств под влиянием условий, в которых протекает деятельность оператора. Так, эти качества могут быть повышены за счет профотбора операторов, путем целенаправленной физической подготовки, в результате специальной тренировки. Кроме того, наблюдается снижение этих качеств под влиянием утомления и других неблагоприятных факторов. Эти обстоятельства также следует учитывать при проектировании и организации труда операторов.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие Вам известны этапы, виды и режимы операторского труда?
2. Что обозначает понятие «минимальный режим работы оператора»?
3. Оптимальный режим работы оператора – это...
4. Что предполагает экстремальный режим работы оператора?
5. Относится ли работа человека в режиме ожидания (дежурные режимы) к типам работ в особых условиях?
6. Что является основными причинами десинхроноза?
7. Как Вы можете охарактеризовать деятельность оператора в условиях потока сигналов?
8. Что такое оперативная память?

Раздел 2. Деятельность оператора в системе «человек-машина»

Тема 3. Особенности и классификация системы «человек-машина»

Под системой в общей теории систем (системологии) понимается комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, предназначенный для решения единой задачи. Системы могут быть классифицированы по различным признакам. Одним из них является степень участия человека в работе системы. С этой точки зрения различают автоматические, автоматизированные и неавтоматические системы. Работа автоматической системы осуществляется без участия человека. В неавтоматической системе работа выполняется человеком без применения технических устройств. В работе автоматизированной системы принимает участие как человек, так и технические устройства. Следовательно, такая система представляет собой систему «человек-машина».

На практике применяются самые разнообразные виды систем «человек-машина». Основой их классификации могут явиться следующие четыре группы признаков: целевое назначение системы, характеристики человеческого звена, тип и структура машинного звена, тип взаимодействия компонентов системы.

Целевое назначение системы оказывает определяющее влияние на многие ее характеристики и поэтому является исходным признаком. По целевому назначению можно выделить следующие классы систем:

- управляющие, в которых основной задачей человека является управление машиной (или комплексом);
- обслуживающие, в которых человек контролирует состояние машинной системы, ищет неисправности, производит наладку, настройку, ремонт и т.п.;
- обучающие, то есть вырабатывающие у человека определенные навыки (технические средства обучения, тренажеры и т.п.);
- информационные, обеспечивающие поиск, накопление или получение необходимой для человека информации (радиолокационные, телевизионные, документальные системы, системы радио- и проводной связи и др.);
- исследовательские, используемые при анализе тех или иных явлений, поиске новой информации, новых заданий (моделирующие установки, макеты, научно-исследовательские приборы и установки).

Особенность управляющих и обслуживающих систем заключается в том, что объектом целенаправленных воздействий в них является машинный компонент системы. В обучающих и информационных СЧМ направление воздействий противоположное — на человек. В исследовательских системах воздействие имеет и ту, и другую направленность.

По признаку характеристики «человеческого звена» можно выделить **два класса СЧМ**:

- моносистемы, в состав которых входит один человек и одно или несколько технических устройств;
- полисистемы, в состав которых входит некоторый коллектив людей и взаимодействующие с ним одно или комплекс технических устройств.

Полисистемы в свою очередь можно подразделить на «паритетные» и иерархические (многоуровневые). В первом случае в процессе взаимодействия людей с машинными компонентами не устанавливается какая-либо подчиненность и приоритетность отдельных членов коллектива. Примерами таких полисистем может служить система «коллектив людей — устройства жизнеобеспечения» (например, система жизнеобеспечения на космическом корабле или подводной лодке). Другим примером может быть система отображения информации с большим экраном, предназначенная для использования коллективом операторов.

В отличие от этого в иерархических СЧМ устанавливается или организационная, или приоритетная иерархия взаимодействия людей с техническими устройствами. Так, в системе управления воздушным движением диспетчер аэропорта образует верхний уровень управления. Следующий уровень — это командиры воздушных судов, действиями которых руководит диспетчер. Третий уровень — остальные члены экипажа, работающие под руководством командира корабля.

По типу и структуре машинного компонента можно выделить инструментальные СЧМ, в состав которых в качестве технических устройств входят инструменты и приборы. Отличительной особенностью этих систем, как правило, является требование высокой точности выполняемых человеком операций.

Другим типом СЧМ являются простейшие человеко-машинные системы, которые включают стационарное и нестационарное техническое устройство (различного рода преобразователи энергии) и человека, использующего это устройство. Здесь требования к человеку существенно различаются в зависимости от типа устройства, его целевого назначения и условий применения. Однако их основной особенностью является сравнительная простота функций человека.

Следующим важным типом СЧМ являются сложные человеко-машинные системы, включающие помимо использующего их человека некоторую совокупность технологически связанных, но различных по своему функциональному назначению аппаратов, устройств и машин, предназначенных для производства определенного продукта (энергетическая установка, прокатный стан, автоматическая поточная линия, вычислительный комплекс и т.п.). В этих системах, как правило, связанность технологического процесса обеспечивается локальными системами автоматического управления. В задачу человека входит общий контроль за ходом технологического процесса, изменение режимов работы, оптимизация отдельных процессов, настройка, пуск и остановка.

Еще более сложным типом СЧМ являются системотехнические комплексы. Они представляют собой сложную техническую систему с не полностью детерминированными связями и коллектив людей, участвующих в ее использовании. Для систем такого типа характерным является взаимодействие не только по цепи «человек-машина», но и по цепи «человек-человек-машина». Другими словами, в процессе своей деятельности человек взаимодействует не только с техническими устройствами, но и с другими людьми. При всей сложности системотехнических комплексов их в большинстве случаев можно представить в виде иерархии более простых человеко-машинных систем. Типичными примерами системотехнических комплексов различного уровня и назначения могут служить судно, воздушный лайнер, промышленное предприятие, вычислительный центр, транспортная система и т.п.

В основу классификации СЧМ по типу взаимодействия человека и машины может быть положена степень непрерывности этого взаимодействия. По этому признаку различают системы непрерывного (например, система «водитель-автомобиль») и эпизодического взаимодействия. Последние, в свою очередь, делятся на системы регулярного и стохастического взаимодействия. Примером системы регулярного взаимодействия может служить система «оператор-ЭВМ». В ней ввод информации и получение результатов определяются характером решаемых задач, то есть режимы взаимодействия во времени регламентируются характером и объемом вычислений. Стохастическое эпизодическое взаимодействие имеет место в таких системах, как «оператор-система централизованного контроля», «наладчик-станок» и т.п.

Рассмотренная классификация СЧМ не является единственно возможной. Примеры иных подходов к решению этой задачи приводятся в специальной литературе.

Однако несмотря на большое разнообразие систем «человек-машина», они имеют целый ряд общих черт и особенностей. Эти системы являются, как правило, динамическими, целеустремленными, самоорганизующимися, адаптивными.

Системы «человек-машина» относятся к классу сложных динамических систем, то есть систем, состоящих из взаимосвязанных и взаимодействующих элементов различной природы и характеризующихся изменением во времени состава структуры и (или) взаимосвязей. Из этого следуют характерные особенности, присущие СЧМ как сложной динамической системе:

- разветвленность структуры (или связей) между элементами (человеком и машиной);
- разнообразие природы элементов (в состав СЧМ могут входить человек, коллектив людей, автоматы, машины, комплексы машин и т.д.);
- перестраиваемость структуры и связей между элементами (например, при нормальном ходе технологического процесса оператор лишь следит за ходом его протекания, то есть включен в контур управления как бы параллельно; при отклонении от нормы оператор берет управление на себя, то есть включается в контур управления последовательно);
- автономность элементов, то есть способность их автономно выполнять часть своих задач.

Системы «человек-машина» относятся также к классу целеустремленных систем. В общем случае считается, что система действует целеустремленно, если она продолжает преследовать одну и ту же цель, изменяя свое поведение при изменении внешних условий. Существенной особенностью целеустремленных систем является их способность получать одинаковые результаты различными способами. Системы этого класса могут изменять свои задачи; они выбирают как-сами задачи, так и средства их реализации. Целеустремленность СЧМ обусловлена тем, что в нее включен человек. Именно он ставит цели, определяет задачи и выбирает средства достижения цели.

Системы «человек-машина» можно рассматривать и как адаптивные системы. Свойство адаптации заключается в приспособлении СЧМ к изменяющимся условиям работы, в изменении режима функционирования в соответствии с новыми условиями. Для повышения эффективности СЧМ необходимо предусмотреть возможность адаптации как внутри самой системы, так и по отношению к внешней среде.

До недавнего времени свойство адаптации СЧМ реализовалось благодаря приспособительным возможностям человека, гибкости и пластичности его поведения, возможности его изменения в зависимости от конкретной обстановки. В настоящее время, на повестку дня ставится вопрос о создании СЧМ, в которых свойство адаптации реализуется путем соответствующего технического обеспечения. Речь идет о создании таких технических средств, которые могут изменять свои параметры и условия деятельности в зависимости от текущего конкретного психофизиологического состояния человека и показателей эффективности его деятельности.

Попытки решения этой задачи привели к появлению понятия взаимной адаптации человека и машины в системах управления, или иначе — созданию систем адаптивного информационного взаимодействия в СЧМ. Эта задача решается в рамках структурно-психологической концепции анализа и проектирования СЧМ. Одним из конкретных способов реализации такого подхода является профилактическое обслуживание СЧМ.

Системы «человек-машина» относятся также к числу адекватных (от лат. *adaequatus* — приравненный, равный) систем. Под адекватностью понимается совокупность свойств системы, характеризующих ее приспособленность к выполнению данной задачи. Применительно к техническим звеньям адекватность определяется:

- правильной организацией СЧМ (наличие в структуре системы необходимого оборудования, программных средств, каналов связи, обученного персонала и т.д.);
- хорошими физическими характеристиками техники (механическими, энергетическими и т.п.);
- средствами активации функционирования (устройства приведения в готовность, переключения работы с одного режима на другой и т.п.);
- нормальными процессами (материально-техническое, метрологическое и др. виды обеспечения).

Применительно к человеку информационная адекватность определяется свойствами концептуальной модели. В основе этого вида адекватности лежат функциональная организация и свойства анализаторов, центральной нервной системы, психофизиологические законы преобразования информации человеком в процессе деятельности. Физическая адекватность характеризует антропологическое и силовое соответствие человека решаемым задачам.

Активационная адекватность определяется мотивами, установками, потребностями, заинтересованностью человека в выполнении данного вида деятельности, характером эмоциональных реакций, свойствами внимания. Базовая адекватность определяется функционированием вегетативных систем (сердечно-сосудистой, дыхательной и др.), особенностями биохимических процессов и психическими состояниями. Указанные четыре группы свойств не являются независимыми.

Активационная, физическая и базовая адекватность определяют в целом работоспособность человека. В такой трактовке данное понятие характеризует возможности человека реализовать имеющийся у него в виде концептуальной модели «внутренний инструмент» и в виде эффекторов — «внешний инструмент» выполнения определенного вида трудовой деятельности.

И наконец, системы «человек-машина» можно отнести к классу самоорганизующихся систем, то есть систем, способных к уменьшению энтропии (неопределенности) после вывода их из устойчивого, равновесного состояния под действием различного рода возмущений. Это свойство становится возможным благодаря целенаправленной деятельности человека, способности его планировать свои действия, принимать правильные решения и реализовывать их в соответствии с возникшими обстоятельствами. Способность к адаптации и самоорганизации обуславливает такое важное свойство систем «человек-машина», каким является их живучесть.

Из всего сказанного видно, что рассмотренные особенности СЧМ определяются наличием в их составе человека, его возможностью правильно решать возникающие задачи в зависимости от конкретных условий и обстановки. Это лишний раз показывает, что исходным пунктом анализа и описания СЧМ должна быть целесообразная деятельность человека.

Важными понятиями, используемыми при анализе и исследовании системы «человек-машина» являются функционирование, цель и оптимизация СЧМ. Функционирование СЧМ — процесс достижения поставленных перед СЧМ целей, состоящий из упорядоченной совокупности операций, выполняемых как человеком, так и техническими устройствами. Цель функционирования задается (формируется) человеком (оператором, конструктором, организатором производства и др.) и является системообразующим фактором, благодаря которому реализуется принцип обратной связи, которая позволяет корректировать промежуточные результаты и направлять функционирование СЧМ на достижение этой цели.

Часть процесса функционирования, выделяемая в интересах описания, оценки, проектирования эксплуатации или исследования СЧМ по некоторым признакам, наиболее важным для решения задачи, называется функцией СЧМ. Она включает в себя функции оператора и функции технической части СЧМ. По общей роли в процессе функционирования СЧМ функции могут быть основными или обеспечивающими. Основные функции непосредственно обеспечивают достижение цели СЧМ, их невыполнение ведет к недостижению цели. Обеспечивающие функции обеспечивают условия выполнения основных функций и, следовательно, процесс функционирования СЧМ в целом, то есть это такие функции, необходимость выполнения которых диктуется не способом достижения цели, а необходимостью поддержания работоспособного состояния элементов СЧМ.

Совокупность функций, являющихся частью функционирования СЧМ, выполняемых фиксированным неизменным составом элементов СЧМ и используемых в данной части процесса функционирования СЧМ, называется режимом функционирования. Режим функционирования является рабочим, если поставлена цель получения продукта труда, для которого создана СЧМ. Режим функционирования СЧМ является вспомогательным, если

поставлена цель изменения состояния. К их числу относятся, например, режим хранения, подготовки, готовности к применению, восстановления работоспособности, технического обслуживания, консервации, ремонта, транспортировки и др.

Цель СЧМ в общем случае представляет модель необходимого будущего кибернетической системы, являющаяся той формой отражения действительности, которая объединяет прошлое, настоящее и будущее. Для СЧМ помимо этого можно определить и цель второго уровня (по отношению к модели необходимого будущего состояния) как модель необходимого будущего поведения системы и цель третьего уровня как модель настоящего поведения СЧМ. Все три модели (цели) состояния и поведения СЧМ на практике могут быть закреплены в структурной организации технической части системы в виде:

- конечного состояния технической части СЧМ (соответствующего цели первого уровня);
- динамического состояния технической части СЧМ (соответствующего цели второго уровня);
- фактического стереотипа поведения технической части системы (соответствующего цели третьего уровня).

Эти три вида состояний образуют естественную иерархию целей первого, второго и третьего уровней. В зависимости от сложности системы число уровней целей может быть значительно большим, чем в данном простейшем случае.

Сложная СЧМ состоит из множества подсистем, каждая из которых имеет свою иерархию целей в виде моделей конечного, динамического состояний и стереотипа поведения технических и человеческих подсистем. Поэтому в СЧМ при конкретном ее функционировании цели «закреплены» в технической части структуры всей системы. Отсюда следует, что для системы в целом целостность ее структуры означает и целостность системы ее целей всех уровней для всех ее подсистем (как фактических, так и потенциальных).

Поскольку при таком подходе для каждой из подсистем различается три уровня целей, то и целостность подсистем по таким целям целесообразно рассматривать состоящей из трех форм целостности, сопоставленных каждому из понятия цели.

Достижение поставленной перед СЧМ цели тесно связано с ее оптимизацией. Под ней в наиболее общем виде понимается определение совокупности частных показателей, при которых достигается экстремум некоторой целевой функции, характеризующей эффективность СЧМ. С математической точки зрения оптимизация может быть условной, когда на искомые показатели накладываются некоторые ограничения, либо безусловной, когда этих ограничений нет. В первом случае ищется условный экстремум, во втором — безусловный. Кроме того, оптимизация может вестись по одному показателю или нескольким показателям одновременно, в последнем случае речь идет о многопараметрической (векторной) оптимизации. Поскольку СЧМ является сложным динамическим объектом, работа которого обычно протекает в рамках определенных ограничений, а качество функционирования зависит от большого числа факторов, то для нее наиболее характерным является случай многопараметрической условной оптимизации. В математическом плане такая задача является наиболее сложной.

С формальной точки зрения задача оптимизации СЧМ формируется следующим образом. Есть некоторая целевая функция

$$\exists = f(x_1, x_2 \dots x_n; y_1, y_2 \dots y_m; z_1, z_2 \dots z_k),$$

где x_i ($i=1, n$), y_j ($j=1, m$), z_k ($k=1, k$) — частные показатели деятельности оператора, работы машины и условий внешней среды.

Требуется определить значения этих показателей, при которых функция \exists достигает максимума. При этом на их значения накладываются некоторые ограничения $x_i \in X_i \text{ доп.}$, $y_j \in Y_j \text{ доп.}$, $z_k \in Z_k \text{ доп.}$ где $X_i \text{ доп.}$, $Y_j \text{ доп.}$, $Z_k \text{ доп.}$ — области допустимых значений соответствующих показателей. В общем случае решение рассмотренной задачи оптимизации СЧМ представляет

определенные трудности, поэтому обычно стараются провести возможные упрощения (сокращение числа искомых показателей, сокращение числа ограничивающих условий и др.). В зависимости от возможной степени упрощения для решения задачи оптимизации СЧМ могут использоваться методы математического программирования, наискорейшего спуска, множителей Лагранжа и др.

Необходимо отметить, что термин оптимизация используется в инженерной психологии довольно часто. Например, говорят об оптимизации деятельности оператора, оптимизации рабочего места, оптимизации труда и т.д. Однако в большинстве случаев этот термин употребляется не в строгом смысле, а речь идет лишь о некотором улучшении того или иного параметра.

Выше были рассмотрены основные вопросы системного подхода к изучению главного звена СЧМ — человека. На основании этого можно в общих чертах охарактеризовать некоторые важнейшие принципы системного подхода к изучению СЧМ. Суть их сводится к следующему.

1. Возможно более полное и точное определение назначения системы, ее целей и задач. Это требует, в свою очередь, анализа состава и значимости отдельных целей, подцелей и задач; определения возможности их осуществимости и требуемых для этого средств и ресурсов; определения показателей эффективности и целевой функции СЧМ.

2. Исследование структуры системы, и прежде всего состава входящих в нее компонентов, характера межкомпонентных связей и связей системы с внешней средой, пространственно-временной организации компонентов системы и их связей, границ системы, ее изменчивости и особенностей на различных стадиях существования (жизненного цикла).

3. Последовательное изучение характера функционирования системы, в том числе: всей системы в целом, отдельных подсистем в пределах целого, изменчивости функций и их особенностей на разных стадиях существования системы.

4. Рассмотрение системы в динамике, в развитии, то есть на различных этапах ее жизненного цикла: при проектировании, производстве и эксплуатации.

На последнем из этих принципов следует остановиться особо. В ряде случаев рамки инженерной психологии неправомерно суживают, отводя ей лишь роль проектировочной дисциплины. Как отмечалось выше, проектировочная сущность инженерной психологии приобретает в настоящее время решающее значение. Однако только ею не ограничивается проблематика инженерной психологии. Для того чтобы были реализованы все потенциальные возможности систем «человек-машина», необходим также правильный учет инженерно-психологических требований в процессе их производства и эксплуатации. Это приводит к необходимости создания единой системы инженерно-психологического обеспечения систем «человек-машина» на всех этапах их жизненного цикла.

Под инженерно-психологическим обеспечением понимается весь комплекс мероприятий, связанных с организацией учета человеческого фактора в процессе проектирования, производства и эксплуатации СЧМ. Проблема инженерно-психологического обеспечения имеет два основных аспекта: целевой и организационно-методический.

Первый из них связан с непосредственным выполнением работ по учету человеческого фактора на каждом из этапов жизненного цикла СЧМ; его содержание целиком и полностью определяется проблематикой инженерной психологии.

Второй аспект связан с организационно-методическим обеспечением работ по учету человеческого фактора. Он включает в себя разработку необходимых справочно-методических материалов, с помощью которых можно выполнять эти работы, а также разработку нормативных документов, регламентирующих (в частности, утверждающих) степень и полноту учета человеческого фактора при проектировании, производстве и эксплуатации СЧМ. При отсутствии таких документов проведение работ по учету человеческого фактора не будет являться обязательным мероприятием, и поэтому задача инженерно-психологического обеспечения не может считаться полностью решенной.

Показатели качества систем «человек-машина»

Любая СЧМ призвана удовлетворять те или иные потребности человека и общества. Для этого она должна обладать определенными свойствами, которые закладываются при проектировании СЧМ и реализуются в процессе эксплуатации. Под свойством СЧМ понимается ее объективная способность (особенность), проявляющаяся в процессе эксплуатации. Количественная характеристика того или иного свойства системы, рассматриваемого применительно к определенным условиям ее создания или эксплуатации, носит название показателя качества СЧМ.

В нашей стране разработана определенная номенклатура показателей качества промышленной продукции. Она включает в себя 8 групп показателей, с помощью которых можно количественно оценивать различные свойства продукции. К ним относятся: показатели назначения, надежности и долговечности, технологичности, стандартизации и унификации, а также эргономический, эстетический, патентно-правовой, экологический и экономический показатели.

Не рассматривая подробно все показатели (это не является задачей инженерной психологии), остановимся лишь на тех из них, которые влияют на деятельность человека в СЧМ или зависят от результатов его деятельности.

Быстродействие (время цикла регулирования) определяется временем прохождения информации по замкнутому контуру «человек-машина»:

$$T_u = \sum_{i=1}^k t_i,$$

где t_i - время задержки (обработки) информации в i -м звене СЧМ;

k — число последовательно соединенных звеньев СЧМ; в качестве их могут выступать как технические звенья, так и операторы.

Надежность характеризует безошибочность (правильность) решения, стоящих перед СЧМ задач. Оценивается она вероятностью правильного решения задачи, которая, по статистическим данным, определяется отношением

$$P_{гр} = 1 - \frac{m_{ош}}{N},$$

где $m_{ош}$ и N — соответственно число ошибочно решенных и общее число решаемых задач.

Важной характеристикой деятельности оператора является также точность его работы. На этой характеристике следует остановиться особо, ибо в ряде случаев происходит некоторое смешение ее с надежностью. В качестве исходного понятия для определения обеих характеристик используется понятие «ошибка оператора», для расчета обеих характеристик предлагаются одинаковые формулы и т.д. Фактически же надежность и точность представляют собой различные показатели, характеризующие разные стороны деятельности оператора.

Под точностью работы оператора следует понимать степень отклонения некоторого параметра, измеряемого, устанавливаемого или регулируемого оператором, от своего истинного, заданного или номинального значения. Количественно точность работы оператора оценивается величиной погрешности, с которой оператор измеряет, устанавливает или регулирует данный параметр:

$$\gamma = I_n - I_{оп},$$

где I_n - истинное или номинальное значение параметра;

$I_{оп}$ - фактически измеряемое или регулируемое оператором значение этого параметра.

Величина погрешности может иметь как положительный, так и отрицательный знак. Понятия ошибки и погрешности не тождественны между собой: не всякая погрешность является ошибкой. До тех пор, пока величина погрешности не выходит за допустимые пределы, она не является ошибкой, и только в противном случае ее следует считать ошибкой и учитывать также при оценке надежности. Понятие погрешности наиболее важно для тех случаев, когда измеряемый или регулируемый оператором параметр представляет непрерывную величину. Так, например, можно говорить о точности определения координат самолета оператором радиолокационной станции и т.д.

В работе оператора следует различать случайную и систематическую погрешности. Случайная погрешность оператора оценивается величиной среднеквадратической погрешности, систематическая погрешность — величиной математического ожидания отдельных погрешностей. Методы их определения приведены в работах.

Своевременность решения задачи СЧМ оценивается вероятностью того, что стоящая перед СЧМ задача будет решена за время, не превышающее допустимое:

$$P_{св} = P\{T_{ц} \leq T_{доп}\} = \int_0^{T_{доп}} \varphi(T) dT,$$

где $\varphi(T)$ — функция плотности времени решения задачи системой «человек-машина».

Эта же вероятность по статистическим данным оценивается по выражению

$$P_{св} = 1 - \frac{m_{нс}}{N},$$

где $T_{нс}$ - число несвоевременно решенных СЧМ задач.

При определении величин $m_{ош}$ и $m_{нс}$, следовательно, и при оценке вероятностей $P_{пр}$ и $P_{св}$ не имеет значения, за счет каких причин (некачественной работы машины или некачественной деятельности оператора) неправильно или несвоевременно решена задача системой «человек-машина».

Поскольку большинство СЧМ работают в рамках определенных временных ограничений, то несвоевременное решение задачи приводит к недостижению цели, стоящей перед системой «человек-машина». Поэтому в этих случаях в качестве общего показателя надежности используется вероятность правильного ($P_{пр}$) и ($P_{св}$) своевременного решения задачи

$$P_{СЧМ} = P_{пр} P_{св},$$

Такой показатель используется, например, при применении обобщенного структурного метода оценки надежности СЧМ.

Безопасность труда человека в СЧМ оценивается вероятностью безопасной работы

$$P_{бт} = 1 - \sum_{i=1}^n P_{воз_i} P_{ош_i},$$

где $P_{воз_i}$ — вероятность возникновения опасной или вредной для человека производственной ситуации i -го типа;

$P_{ош_i}$ — вероятность неправильных действий оператора в i -й ситуации; n — число возможных травмо-опасных ситуаций.

Опасные и вредные ситуации могут создаваться как техническими причинами (неисправность машины, аварийная ситуация, неисправность защитных сооружений), так и нарушениями правил и мер безопасности со стороны людей. При этом, как отмечалось выше, в

условиях автоматизированного производства, когда контакт человека с рабочими частями машин и оборудования сравнительно невелик, большая роль в возникновении опасных и вредных для человека ситуаций принадлежит психофизиологическим факторам. Их влияние также нужно учитывать при определении показателя $P_{6т}$.

Степень автоматизации СЧМ характеризует относительное количество информации, перерабатываемой автоматическими устройствами. Эта величина определяется по формуле

$$K_a = 1 - \frac{N_{оп}}{N_{СЧМ}},$$

где $N_{оп}$ - количество информации, перерабатываемой оператором;

$N_{СЧМ}$ - общее количество информации, циркулирующей в системе «человек-машина».

Для каждой СЧМ существует некоторая оптимальная степень автоматизации ($k_{опт}$), при которой эффективность СЧМ становится максимальной. При этом чем сложнее СЧМ, тем больше потери эффективности из-за неправильного выбора степени автоматизации. Оптимальная степень автоматизации устанавливается в процессе решения задачи распределения функций между человеком и машиной.

Экономический показатель характеризует полные затраты на систему «человек-машина». В общем случае эти затраты складываются из трех составляющих: затрат на создание (изготовление) системы $C_{и}$, затрат на подготовку операторов $C_{оп}$ и эксплуатационных расходов $C_{э}$. По отношению к процессу эксплуатации затраты $C_{и}$ и $C_{оп}$ являются, как правило, капитальными. Тогда полные приведенные затраты в СЧМ определяются выражением

$$W_{СЧМ} = C_{э} + E_n(C_{оп} + C_{и}),$$

где E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат.

При заданной величине $W_{СЧМ}$ путем перераспределения затрат между отдельными составляющими $C_{и}$, $C_{оп}$ и $C_{э}$, можно получить различные значения общей эффективности СЧМ. И, наоборот, заданная эффективность СЧМ может быть обеспечена с помощью различных затрат в зависимости от распределения их между отдельными составляющими. Методы технико-экономической оптимизации СЧМ (получение заданной эффективности при минимуме $W_{СЧМ}$ или получение максимума эффективности при заданной величине $W_{СЧМ}$) путем перераспределения затрат $C_{и}$, $C_{оп}$ и $C_{э}$, рассмотрены в работе.

Большое значение при анализе и оценке СЧМ имеют эргономические показатели. Они учитывают совокупность специфических свойств системы «человек-машина», обеспечивающих возможность осуществления в ней деятельности человека (группы людей). Эргономические показатели представляют собой иерархическую структуру, включающую в себя целостную эргономическую характеристику (эргономичность СЧМ), комплексные (управляемость, обслуживаемость, осваиваемость и обитаемость СЧМ), групповые (социально-психологические, психологические, физиологические, антропометрические, гигиенические) и единичные показатели. Общие методические рекомендации по их определению приведены в работе.

С помощью рассмотренных показателей можно оценить одно или несколько однотипных свойств СЧМ. Иногда их может оказаться недостаточно для решения инженерно-психологических задач (например, при выборе одного из нескольких конкурирующих вариантов СЧМ). В этом случае нужно дать интегральную оценку качества системы «человек-машина» как совокупности всех ее основных свойств. Для этого используется понятие эффективности СЧМ, под которой понимается степень приспособленности системы к выполнению возложенных на нее функций. При определении эффективности СЧМ необходимо учесть следующие правила:

- для получения полной интегральной оценки следует учитывать всю совокупность частных показателей качества СЧМ;

- частные показатели должны входить в общую оценку с некоторым «весом», характеризующим их важность в данной системе;

- поскольку частные показатели имеют различный физический смысл и измеряются в разных величинах, они должны быть приведены к безразмерному и нормированному относительно некоторого эталона виду.

При этом следует отметить, что все частные показатели с точки зрения их влияния на эффективность могут быть повышающими (надежность, безопасность, своевременность и т.п.) или понижающими (затраты, время решения задачи и др.). Поэтому нормирование производится следующим образом:

для повышающих показателей

$$\mathcal{E}_i = \frac{E_i}{E_{\max_i}},$$

для понижающих показателей

$$\mathcal{E}_i = \frac{E_{\min_i}}{E_i},$$

где \mathcal{E}_i и E_i - соответственно нормированное и абсолютное значение i -го частного показателя;

E_{\max} и E_{\min} - максимальное (минимальное) значение i -го частного показателя, которое имеет существующая или проектируемая аналогичная система.

Эффективность системы представляется как некоторая совокупность частных показателей. Чаще всего применяется аддитивная функция

$$\mathcal{E}_{\text{СЧМ}} = \sum_{i=1}^n a_i \mathcal{E}_i,$$

где a_i - «весовые» коэффициенты, сумма которых должна быть равна единице; n - число учитываемых частных показателей.

При выполнении рассмотренных условий величина $\mathcal{E}_{\text{СЧМ}}$ принимает значения в пределах от нуля до единицы и представляет собой своеобразный «коэффициент полезного действия» системы «человек-машина».

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте характеристику системы «человек-машина»
2. Какие Вам известны два класса СЧМ?
3. Повторите вопрос «классификация СЧМ».
4. Чем определяется адекватность применительно к техническим звеньям СЧМ?
5. Можно ли системы «человек-машина» отнести к классу самоорганизующихся систем?
6. Перечислите три модели (цели) состояния и поведения СЧМ.
7. Что понимается под инженерно-психологическим обеспечением деятельности оператора?
8. Проблема инженерно-психологического обеспечения имеет два основных аспекта. Какие это аспекты?
9. Перечислите показатели качества систем «человек-машина».
10. При определении эффективности СЧМ необходимо учесть определенные правила. Какие это правила?

Тема 4. Деятельность оператора в системе «человек-машина»

Понятие о профессии оператора

Оператор – это группа профессий по управлению работой оборудования (установок) различного вида и назначения; по проведению и обеспечению фото- кино- и видеосъёмки, а также ряд воинских специальностей по управлению техническими средствами и оборудованием боевых или специальных машин, летательных аппаратов, стационарных объектов (наводчик-оператор, оператор системы связи, штурман-оператор и т.д.).

В общероссийском классификаторе профессий (ОКПДТР) приводятся около 350-ти различных операторских профессий и 20-ти операторских должностей.

В Общероссийском классификаторе занятий (ОКЗ) операторские профессии и должности входят, в основном, в три так называемые «укрупнённые группы»: 3-я - «Специалисты средней квалификации»; 4-я - «Служащие, занятые подготовкой информации, оформлением документации, учётом и обслуживанием»; 8-я - «Операторы, аппаратчики, машинисты установок и машин и слесари-сборщики».

3-я укрупнённая группа. Профессии этой укрупнённой группы требуют, как правило, среднего профессионального образования или среднего общего образования с последующим обучением на специальных курсах.

Операторы из этой группы выполняют работы по эксплуатации кино- видео- и фотооборудования. Также в группу входят операторы некоторых видов электронного оборудования.

4-я укрупнённая группа. Для большинства профессий этой группы необходимая квалификация достигается путём индивидуального обучения на базе среднего общего образования. Для ряда профессиональных групп, включаемых в четвёртую укрупнённую группу, требуется начальное (среднее) профессиональное образование.

Операторы из этой группы выполняют при помощи вычислительной техники обработку финансовых, статистических и других цифровых данных, осуществляют оперативный контроль над некоторыми производственными процессами и транспортными перевозками.

8-я укрупнённая группа. Как правило, профессии этой группы требуют профессионального обучения на базе среднего общего образования. Иногда требуется среднее специальное образование.

Операторы из этой группы контролируют работу промышленных установок, управляют сборочными линиями и промышленными роботами.

Человек-оператор занимает ведущее место в СЧМ. Профессия оператора является в условиях научно-технического прогресса одной из наиболее массовых, распространенных. Это дает основание некоторым авторам называть ее профессией века. Под профессией (от лат. *professio* — род занятий) понимается вид трудовой деятельности человека, который владеет комплексом специальных теоретических знаний и практических навыков, приобретенных в результате специальной подготовки и опыта работы. Наименование профессии определяется характером и содержанием работы или служебных функций, применяемыми орудиями или предметами труда. Многие профессии (в том числе и оператора) подразделяются на специальности. Специальность — это необходимая для общества и ограниченная вследствие разделения труда область приложения физических и духовных сил человека.

Становление профессии происходит в результате профессионализации; она представляет собой целостный непрерывный процесс становления личности специалиста, который начинается с момента выбора и принятия будущей профессии и заканчивается, когда человек прекращает активную трудовую деятельность. Профессионализация — это лишь одно из направлений развития личности, в рамках которого разрешается специфический комплекс противоречий, присущий социализации личности. Ведущим из этих противоречий является степень соответствия между личностью и профессией. Это соответствие характеризуется прежде всего такими понятиями, как профессиональная пригодность и готовность к труду и

выступает в качестве условия высокого профессионального мастерства работника, достижения им высокой эффективности деятельности.

Для оценки уровня профессионализации используются две группы критериев — объективные и субъективные. К первой из них относятся в первую очередь такие, которые характеризуют успешность (продуктивность) деятельности. Для каждого вида деятельности эти критерии приобретают специфическую форму.

Успешность деятельности есть ее характеристика, включающая в себя производительность труда, качество продукции, скорость, безошибочность трудовых действий и др. При оценке успешности деятельности следует учитывать также физиологические затраты, которые необходимы для решения профессиональной задачи. Успешность деятельности тесно связана с интеллектуальной, мотивационной и эмоционально-волевой сферой личности, она зависит также от индивидуальных психологических качеств.

Подбор критериев успешности деятельности осуществляется на основании ее изучения и последующего психофизиологического анализа (профессиографии).

В общем случае выделяют два вида оценочных критериев — прямые и косвенные. С помощью прямых критериев можно непосредственно оценить результаты деятельности. К ним относятся точность и скорость выполнения трудовых приемов и операций, составляющих структуру профессиональной деятельности; ошибки в работе; производительность труда. Прямые показатели успешности деятельности оцениваются с использованием трех групп методик: элементарных, операциональных и интегральных.

У некоторых видов деятельности отсутствуют прямые показатели ее успешности. К ним, например, относятся многие виды операторской деятельности. При оценке успешности деятельности в этих случаях используют косвенные показатели. К ним относятся т.н. рабочие тесты, то есть стандартизированные задания, которые являются элементами трудовых операций; аппаратные методы исследования с использованием специальных средств (тренажеров, макетов и т.п.), моделирующих ту или иную профессиональную деятельность; оценки по специальной подготовке, стандартизированные характеристики, дающие исчерпывающую информацию об уровне профессиональной подготовленности оператора (теоретические знания, практические навыки), его общем развитии, дисциплине и др. с количественной оценкой соответствующих качеств.

Вторая группа критериев профессионализации выступает в форме показателей удовлетворенности трудом и профессией в целом, а также в форме показателей профессионального самоопределения и отношения к себе как к объекту профессиональной деятельности. По своему содержанию эти критерии относятся к группе самооценочных субъективных, изучение которых тесно связано с проблематикой сознания и самосознания личности, механизмами рефлексии, самооценки, самоконтроля и т.п.

Удовлетворенность трудом определяет эмоционально-оценочное отношение личности или группы к выполненной работе и условиям ее протекания. От удовлетворенности трудом, совершенствования форм его организации, гуманизации содержания зависит экономическая эффективность труда. Согласно двухфакторной («мотивационно-гигиенической») теории удовлетворенности трудом, к «мотивационным» факторам относятся: содержание труда, достижения в работе, признание со стороны окружающих, возможность квалификационного роста.

К гигиеническим факторам относятся условия труда, заработная плата, линия поведения администрации, взаимоотношения между работниками. При наличии благоприятных «гигиенических» факторов возникает состояние, которое приводит к уменьшению чувства неудовлетворенности характером работы, но не к повышению удовлетворенности трудом. Исследование удовлетворенности трудом, его динамики является одной из значимых проблем социальной психологии коллективов и психологии труда, где удовлетворенность рассматривается в качестве важного показателя психологического климата и эффективности деятельности.

Профессиональное самоопределение означает осознание человеком уровня развития своих профессиональных способностей, структуры профессиональных мотивов, знаний и навыков; осознание соответствия их тем требованиям, которые деятельность предъявляет к человеку; переживание этого соответствия как чувства удовлетворенности выбранной профессией. В психологическом плане профессиональное самоопределение означает, что человек осознает, что он хочет (цели, жизненные планы, идеалы), что он есть (свои личностные и физические свойства), что он может (свои возможности, склонности, дарования), что от него хочет или ждет коллектив, общество, субъект, готовый функционировать в системе общественных отношений.

Профессиональное самоопределение начинается с момента зарождения у человека потребности в выборе профессиональной деятельности, реализуется через формирование у него отношения к себе как субъекту профессиональной деятельности на основе самооценки своего уровня профессионализации. Теоретически профессиональное самоопределение можно считать завершенным, когда человек начинает считать себя профессионалом. Однако реально процесс профессионального самоопределения не может иметь конечной завершенности, так как по мере роста объективного уровня профессионализации растут и усложняются критерии оценки этого уровня.

Результатом профессионализации является формирование профессиональной пригодности. Она представляет совокупность индивидуальных данных человека, при наличии которых он соответствует требованиям, предъявляемым к нему профессией. Человек, обладающий такими данными, называется профессионально пригодным. В психологии труда выделяют основные факторы профессиональной пригодности, то есть особенности личности, необходимые для выполнения профессиональной деятельности.

1. Способности или предрасположения к той или иной работе. Эти способности могут быть чисто физическими (ловкость, сила, скорость и т.п.) или психическими (память, внимание, реакция, общая одаренность и др.). Качества, определяемые этими способностями, называют профессионально важными качествами.

2. Знания, умения и навыки, необходимые для выполнения данной работы, то есть необходимая профессиональная подготовленность.

3. Склонность и желание работать, то есть определенный волевой настрой на работу.

Наряду с рассмотренными факторами выделяют и признаки, по которым можно судить о степени профессиональной пригодности человека к конкретной деятельности: достаточная производительность труда, высокое качество работы (отсутствие брака, порчи материала или инструмента, соответствие продукции заданным требованиям), соблюдение безопасных условий труда, безвредность работы для организма человека. Включение в этот перечень двух последних признаков обусловлено тем, что человек, даже обладающий высокой производительностью и качеством труда, но достигающий этого чрезмерным напряжением и истощением организма или склонный к аварийности и несчастным случаям, не может считаться профессионально пригодным. Рассмотренные признаки профессиональной пригодности носят объективный характер. Помимо них выделяют и субъективные признаки: самооценку работником себя как профессионала (профессиональное самоопределение), а также экспертную оценку работника со стороны окружающих (руководителей, сослуживцев и др.).

Профессиональная пригодность не является врожденным качеством, она формируется в процессе обучения и последующей профессиональной деятельности и во многом зависит от стремления и желаний человека. Поэтому формирование ее носит строго индивидуальный характер. Однако возможности формирования профессиональной пригодности не всегда безграничны. Не каждый человек может овладеть некоторыми профессиями, даже при наличии высокого уровня подготовки и мотивации. Профессиональная пригодность к таким профессиям может сформироваться лишь при наличии определенных качеств, являющихся профессионально важными.

Поэтому выделяют два типа профессиональной пригодности — абсолютную (к профессиям такого типа, которые требуют наличия специальных черт) и относительную (к профессиям, овладение которыми доступно практически для любого здорового человека). Соответственно этому и все профессии делятся на два вида. Для овладения первыми из них нужна абсолютная профессиональная пригодность, поэтому для их успешного выполнения необходимо проводить профессиональный отбор. Профессии второго вида требуют лишь относительной профессиональной пригодности.

Необходимо также отметить, что формируясь под влиянием обучения, деятельности и личностных качеств человека, приобретенная профессиональная пригодность оказывает и обратное влияние на человека: его облик, психомоторику, образование стереотипов речи и мышления, его установка и ценностные ориентации.

Одним из важнейших факторов профессиональной пригодности являются профессионально важные (значимые) качества (ПВК). Они включают в себя отдельные динамические черты личности, психические и психомоторные свойства, а также физические качества, соответствующие требованиям к человеку со стороны определенной профессии и способствующие ее успешному овладению. ПВК не только косвенно характеризуют определенные способности, но и органически входят в их структуру, развиваясь в процессе обучения и деятельности.

Определение и оценка ПВК имеет большое психодиагностическое значение. Они оказывают существенное влияние на результаты деятельности, поэтому их обязательно следует учитывать при профессиональном отборе. По изменению уровня ПВК можно судить о функциональном состоянии оператора, поэтому они являются одним из показателей этого состояния.

При изучении ПВК следует учитывать, что некоторые из них могут быть природными и относительно стабильными (например, типологические свойства нервной системы), другие, наоборот, подлежат развитию и тренировке (многие психологические качества). Поэтому специально направленное формирование и совершенствование таких ПВК и их корригирование (корригирующая тренировка) могут активно проводиться при подготовке к будущей деятельности. Целесообразность проведения такой тренировки особенно возникает в тех случаях, когда достаточно высокая мотивация к овладению профессиональной деятельностью противостоит низкому развитию соответствующих ПВК.

В ряде других случаев низкий уровень некоторых ПВК может быть нейтрализован путем профессиональной компенсации. Под ней понимается возможность успешного выполнения деятельности при недостаточном развитии одних качеств за счет более высокого развития других качеств. Явление профессиональной компенсации следует обязательно учитывать в практической деятельности. Человек может компенсировать отдельные качества личности, причем с тем большей вероятностью, чем более упорно и настойчиво он к этому стремится. Результатом этого является выработка человеком индивидуального стиля деятельности.

Возможности профессиональной компенсации реализуются по двум основным направлениям.

Во-первых, это компенсация недостаточно развитых психических функций другими, более выраженными. Такая компенсация, имея важнейшее значение в клинической практике, может быть использована и практически здоровыми людьми в их трудовой деятельности. Например, низкая подвижность нервных процессов, следовательно, и скорость реакции, в ряде случаев могут компенсироваться умением заранее планировать свою деятельность, больше внимания уделять прогнозированию нежелательных ситуаций, требующих экстренных действий. Это позволяет в ряде случаев предупредить возникновение таких ситуаций или заранее подготовиться к ним.

Во-вторых, наряду с компенсацией одних психических свойств другими возможна компенсация недостаточно выраженных функций с помощью умений и навыков. Они в

некоторых случаях могут маскировать отсутствие того или иного психического качества в структуре способностей или заменять его.

Однако возможности профессиональной компенсации далеко не безграничны. Есть целый ряд профессий, где низкий уровень того или иного профессионального качества не может быть компенсирован ни другими качествами, ни упорной тренировкой. В таких случаях, как уже отмечалось, необходим профессиональный отбор.

Другим важнейшим фактором профпригодности является профессиональная подготовленность оператора. Она представляет свойство человека, определяемое совокупностью специальных знаний, умений и навыков и обуславливающих его способность выполнять определенную деятельность с определенным качеством. Профессиональная подготовленность достигается путем профессиональной подготовки и является составным элементом готовности к действию. Последняя определяется состоянием мобилизации всех психофизиологических систем организма, обеспечивающих эффективное выполнение определенных действий.

В инженерной психологии понятие готовности к действию имеет несколько оттенков:

- вооруженность человека необходимыми знаниями, умениями и навыками, то есть его профессиональная подготовленность;
- готовность к экстренной реализации имеющейся программы действий;
- решимость совершить действие;
- нахождение оператора на рабочем месте в необходимый момент времени, то есть возможность получения сигнала о необходимости осуществления действий.

Конкретное состояние готовности к действию определяется сочетанием факторов, характеризующих разные уровни, аспекты готовности: физическая подготовленность, необходимая нейродинамическая обеспеченность действия, психологические уровни готовности. В зависимости от условий выполнения действия ведущим может становиться один из этих аспектов.

Для большинства видов операторской деятельности на первый план выходит психологическая готовность, то есть тот аспект общей готовности, который определяется психологическими факторами. В проблеме психологической готовности выделяют общую (заблаговременную, длительную) и ситуационную (временную) готовности. Первая представляет собой ранее приобретенные установки, знания, навыки, умения, мотивы деятельности. На основе ее возникает состояние психологической готовности к выполнению тех или иных текущих задач действительности - ситуационная готовность. Она представляет собой актуализацию, приспособление всех сил, создание психологических возможностей для успешных действий в данный момент. Ситуационная готовность — это динамическое целостное состояние личности, внутренняя настроенность на определенное поведение, мобилизованность всех сил на активные и целесообразные действия.

Будучи целостными образованиями, общая и ситуационная готовности включают следующие компоненты:

- а) мотивационные (потребность успешно выполнить поставленную задачу, интерес к деятельности, стремление добиться успеха и т.п.);
- б) познавательные (понимание обязанностей, задачи, оценку ее значимости, знание средств достижения цели);
- в) эмоциональные (чувство ответственности, уверенность в успехе, воодушевление);
- г) волевые (управление собой и мобилизация сил, сосредоточение на задаче, отвлечение от мешающих воздействий, преодоление сомнений, боязни).

Психологическая готовность человека (особенно к успешным действиям в аварийной ситуации складывается из его личностных особенностей, уровня подготовленности, полноты информации о случившемся, наличия времени и средств для ликвидации аварийной ситуации, наличия информации об эффективности принимаемых мер. Анализ поведения человека в аварийной ситуации показывает, что наиболее сильным раздражителем, приводящим к

ошибочным действиям, является именно неполнота информации. Весьма важным средством для устранения этого явления может быть организация специальных подсказок оператору. Общим средством повышения психологической готовности является психологическая подготовка, предвидение хода протекания управляемого процесса.

Третьим фактором профессиональной пригодности является склонность и желание работать. Важное значение при этом имеет волевой настрой на работу, способность человека совершить волевое усилие. Под ним понимается сознательно совершаемое усилие, являющееся толчком (импульсом) к выбору цели, концентрации внимания на объекте, к исполнению принятого решения, к началу или остановке движения и т.п.

Волевое усилие проявляется на любом этапе волевого действия, связанного с его запуском или остановкой, с преодолением трудностей объективного или субъективного характера, возникающих в процессе профессиональной деятельности, с подавлением конкурирующих доминант, вызванных посторонними эмоциональными факторами. Применение волевого усилия особенно важно в том случае, когда возникают препятствия на пути к поставленной цели.

Склонность и желание работать во многом определяются также интенциями человека. Важнейшее значение имеет здесь мотивация, предопределяющая желание работать. При этом мотивы могут быть как внутреннего (интерес, чувство ответственности, стремление к мастерству), так и внешнего характера (заработная плата, конкуренция и т.п.).

Основным приемом, используемом при анализе профессий является профессиография — изучение и описание социально-экономических, производственно-технических, санитарно-гигиенических, психологических и других особенностей профессии. Профессиография изучает цель и задачи конкретного вида профессиональной деятельности, условия и организацию выполнения отдельных этапов трудового процесса и всей работы в целом, а также психофизиологическую структуру профессии. Трудовая деятельность в профессиограмме выступает не только в качестве предмета объективного научного изучения, но и как предмет многоплановой оценки, которая осуществляется в соответствии с различными критериями: тяжесть, напряженность, эффективность и др.

С помощью профессиографии составляется профессиограмма — сводка знаний о профессии и о системе требований, предъявляемых ею к человеку. Важной частью профессиограммы является психограмма, представляющая собой психологический анализ деятельности с целью определения требований, предъявляемых профессией к психике человека. Объем и содержание профессиограммы зависит от цели, с которой проводится изучение профессии. Такими целями могут являться профотбор, производственное обучение, рационализация режимов труда и отдыха и др.

При проведении профессиографии следует руководствоваться рядом принципов: компетентности, целенаправленности, активности (включение в профессиограмму элементов профпропаганды), личностного подхода, надежности (требования к помехоустойчивости личности), дифференциации (различение специальностей, входящих в данную профессию), типизации (объединение профессий в определенные группы), перспективности, реальности.

Учет этих принципов при проведении профессиографии предполагает: производственную характеристику профессии и указание на ее экономическую значимость; социально-психологическую характеристику (особенности межличностных отношений, особенности коллектива, престиж профессии); перечень объема знаний и умений, необходимых для успешного профессионального труда; гигиеническую характеристику условий труда с особым выделением профессиональных вредностей; перечень физиологических требований к человеку и медицинских противопоказаний к работе по данной специальности; составление психограммы.

Оператор в системе «человек-машина»

Независимо от степени автоматизации СЧМ, человек остается главным звеном системы «человек-машина». Именно он ставит цели перед системой, планирует, направляет и

контролирует весь процесс ее функционирования. Поэтому деятельность оператора является исходным пунктом инженерно-психологического анализа и изучения СЧМ. Деятельность оператора имеет ряд особенностей, определяемых следующими тенденциями развития современного производства.

1. С развитием техники увеличивается число объектов (и их параметров), которыми необходимо управлять. Это усложняет и повышает роль операций по планированию и организации труда, по контролю и управлению производственными процессами.

2. Развиваются системы дистанционного управления. Человек все более удаляется от управляемых объектов, о динамике их состояния он судит не по данным непосредственного наблюдения, а на основании восприятия сигналов от устройств отображения информации, имитирующих реальные производственные объекты. Осуществляя дистанционное управление, человек получает необходимую информацию в закодированном виде (то есть в виде показаний счетчиков, индикаторов, измерительных приборов и т.д.), что обуславливает необходимость декодирования и мысленного сопоставления полученной информации с состоянием реального управляемого объекта.

3. Увеличение сложности и скорости течения производственных процессов выдвигает повышенные требования к точности действий операторов, скорости принятия решений в осуществлении управленческих функций. В значительной мере возрастает степень ответственности за совершаемые действия, поскольку ошибка оператора при выполнении даже самого простого акта может привести к нарушению работы всей системы «человек-машина», создать аварийную ситуацию с угрозой для жизни работающих людей. Поэтому работа оператора в современных человеко-машинных комплексах характеризуется значительными увеличениями нагрузки на нервно-психическую деятельность человека, в связи с чем по-иному ставится проблема критериев тяжести операторского труда. Основным критерием становится не физическая тяжесть труда, а его нервно-психическая напряженность.

4. В условиях современного производства изменяются условия работы человека. Для некоторых видов деятельности оператора характерно ограничение двигательной активности, которое не только проявляется в общем уменьшении количества мышечной работы, но и связано с преимущественным использованием малых групп мышц. Иногда оператор должен выполнять работу в условиях изоляции от привычной социальной среды, в окружении приборов и индикаторов. И если эти устройства спроектированы без учета психофизиологических особенностей оператора либо выдают ему ложную и искаженную информацию, то возникает ситуация, которую образно называют «конфликтом» человека с приборами.

5. Повышение степени автоматизации производственных процессов требует от оператора высокой готовности к экстренным действиям. При нормальном протекании процесса основной функцией оператора является контроль и наблюдение за его ходом. При возникновении нарушений оператор должен осуществить резкий переход от монотонной работы в условиях «оперативного покоя» к активным, энергичным действиям по ликвидации возникших отклонений. При этом он должен в течение короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и осуществить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок.

Рассмотренные особенности операторского труда позволяют выделить его в специфический вид профессиональной деятельности, в связи с чем для его изучения и анализа и оценки недостаточно классических методов, разработанных психологией и физиологией труда и используемых для оптимизации различных видов работ, не связанных с дистанционным управлением по приборам.

Деятельность оператора в системе «человек-машина» может носить самый разнообразный характер. Несмотря на это, в общем виде она может быть представлена в виде четырех основных этапов. Таких, как:

Прием информации. На этом этапе осуществляется восприятие поступающей информации об объектах управления и тех свойствах окружающей среды и СЧМ в целом, которые важны

для решения задачи, поставленной перед системой «человек-машина». При этом осуществляются такие действия, как обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование; в результате у оператора складывается предварительное представление о состоянии управляемого объекта: информация приводится к виду, пригодному для оценки и принятия решения.

Оценка и переработка информации. На этом этапе производится сопоставление заданных и текущих (реальных) режимов работы СЧМ, производится анализ и обобщение информации, выделяются критичные объекты и ситуации и на основании заранее известных критериев важности и срочности определяется очерёдность обработки информации. Качество выполнения этого этапа во многом зависит от принятых способов кодирования информации и возможностей оператора по ее декодированию. На данном этапе оператором могут выполняться такие действия, как запоминание информации, извлечение ее из памяти, декодирование и т.п.

Принятие решения. Решение о необходимых действиях принимается на основе проведенного анализа и оценки информации, а также на основе других известных сведений о целях и условиях работы системы, возможных способах действия, последствиях правильных и ошибочных решений и т.д. Время принятия решения существенным образом зависит от энтропии множества решений.

Если каждому состоянию управляемого объекта ставится в соответствие однозначное решение, энтропия определяется по специальной формуле. Если же каждому состоянию объекта могут быть поставлены в соответствие несколько решений, то при расчете энтропии нужно учесть еще и сложность выбора из множества возможных решений необходимого.

Реализация принятого решения. На этом этапе осуществляется приведение принятого решения в исполнение путем выполнения определенных действий или отдачи соответствующих распоряжений. Отдельными действиями на этом этапе являются: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, движение руки к органу управления и манипуляция с ним (нажатие кнопки, включение тумблера, поворот рычага и т.п.).

На каждом из этих этапов оператор совершает самоконтроль собственных действий. На качество и эффективность выполнения каждого из рассмотренных этапов оказывает влияние целый ряд факторов. Так, например, качество приема информации зависит от вида и количества индикаторов, организации информационного поля, психофизических характеристик предъявляемой информации (размеров изображений, их светотехнических характеристик, цветового тона и цветового контраста).

На оценку и переработку информации влияют такие факторы, как способ кодирования информации, объем ее отображения, динамика смены информации, соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора.

Эффективность принятия решения определяется следующими факторами: типом решаемой задачи, числом и сложностью проверяемых логических условий, сложностью алгоритма и количеством возможных вариантов решения.

Выполнение управляющих движений зависит от числа органов управления, их типа и способа размещения, а также от большой группы характеристик, определяющих степень удобства работы с отдельными органами управления (размер, форма, сила сопротивления и т.д.).

Первые два этапа в совокупности называют иногда получением информации, последние два этапа ее реализацией (обслуживанием). Получение информации включает в себя два уровня. На первом из них происходит восприятие оператором информационной модели, то есть восприятие физических явлений, выступающих в роли носителей информации (положение стрелки на шкале прибора, комбинация знаков на экране электронно-лучевой трубки, мигание лампочки, звук и т.п.). После этого на втором уровне осуществляется декодирование воспринятых сигналов и формирование оператором оперативного образа (концептуальной модели) управляемого процесса. Это дает возможность оператору соотнести в единое целое

различные части управляемого процесса и затем на основе принятого решения осуществить эффективные управляющие действия, то есть правильно реализовать (обслужить) полученную информацию.

В зависимости от возможностей реализации информации различают деятельность оператора с немедленным и отсроченным обслуживанием. В первом случае имеет место предъявление небольшого числа простых сигналов, что обеспечивает симультанное (одномоментное) восприятие информации. Обычно при этом имеется жесткая однозначная связь между сигналами и возможными ответными действиями. В этом случае оператор фактически переходит от приема информации сразу к действию. Этап логической обработки и принятия решения предельно упрощен. Во втором случае (отсроченное обслуживание) предъявленная информация имеет сложный характер. Процесс ее восприятия и оценки носит развернутый во времени характер и называется информационным поиском. Обработка информации в этом случае начинается с некоторой задержкой.

До сих пор рассматривались общие черты деятельности оператора. Однако наряду с ними можно выделить и различные виды операторского труда, каждый из которых характеризуется своими частными особенностями.

Оператор-технолог непосредственно включен в технологический процесс. Он работает в основном в режиме немедленного обслуживания. Преобладающими в его деятельности являются управляющие действия. *Выполнение действий регламентируется обычно инструкциями*, которые содержат, как правило, почти полный набор ситуаций и решений. К этому виду относятся операторы технологических процессов, автоматических линий, операторы по приему и переработке информации и т.п.

Оператор-наблюдатель (контролер) является классическим типом оператора, с изучения деятельности которого и началась инженерная психология. Важное значение для деятельности такого оператора имеют информационные и концептуальные модели, а также процессы принятия решения. Управляющие действия контролера (по сравнению с оператором первого типа) несколько упрощены. Оператор-наблюдатель может работать в режиме отсроченного обслуживания. Такой тип деятельности является массовым для систем, работающих в реальном масштабе времени (операторы радиолокационной станции, диспетчеры на различных видах транспорта и т.д.).

Оператор-исследователь в значительно большей степени использует аппарат понятийного мышления и опыт, заложенные в концептуальную модель. Органы управления играют для него еще меньшую роль, а роль информационных моделей, наоборот, существенно увеличивается. К таким операторам относятся пользователи вычислительных систем, дешифровщики различных объектов (образов) и т.д.

Оператор-руководитель в принципе мало отличается от предыдущего типа, но для него механизмы интеллектуальной деятельности играют главенствующую роль. К таким операторам относятся организаторы, руководители различных уровней, лица, принимающие ответственные решения в человеко-машинных комплексах и обладающие интуицией, знанием и опытом.

Для деятельности оператора-манипулятора большое значение имеет сенсомоторная координация (например, непрерывное слежение за движущимся объектом) и моторные (двигательные) навыки. Хотя механизмы моторной деятельности имеют для него главенствующее значение, в деятельности используется также аппарат понятийного и образного мышления. В функции оператора-манипулятора входит управление роботами, манипуляторами, машинами-усилителями мышечной энергии человека (станки, экскаваторы, транспортные средства и т.п.).

Рассмотренные ранее общие психологические качества операторов и степень их проявления могут теперь быть дифференцированы в зависимости от вида деятельности оператора. Так, оператору-руководителю в первую очередь необходимы: высокая помехоустойчивость при восприятии слуховой и зрительной информации; способность к

абстрактному мышлению, обобщению, конкретизации, мышлению вероятностными категориями; критичность мышления.

В отличие от этого требования к оператору-манипулятору будут иные. К ним относятся: высокая чувствительность и помехоустойчивость при восприятии различных видов информации, способность к устойчивой моторной работе в максимальном темпе, высокая мышечно-суставная чувствительность.

Аналогичные требования могут быть разработаны и для операторов других типов. Все их нужно учитывать при проектировании деятельности и профессиональном отборе операторов.

При изучении операторской деятельности особое внимание следует уделить выявлению и классификации факторов, влияющих на ее эффективность.

Все факторы делятся на две большие группы: субъективные (то есть, зависящие от оператора) и объективные (не зависящие от него). К числу субъективных факторов относятся: состояние оператора, его индивидуальные особенности (медико-биологические показатели, морально-психологические качества, психофизиологические свойства человека) и уровень подготовленности к данному виду деятельности. Особенности влияния субъективных факторов должны учитываться как конструкторами, так и организаторами производства при построении трудовой деятельности операторов.

Объективные факторы в свою очередь делятся на две основные группы: аппаратурные (то есть, определяемые особенностями функционирования техники) и внешние (не зависящие от особенностей работы аппаратуры). Аппаратурные факторы занимают особое место в предлагаемой классификации, поскольку при правильном их учете в процессе проектирования системы «человек-машина» может быть сведено к минимуму их отрицательное влияние на эффективность деятельности оператора. Для этого, например, рабочее место оператора должно быть организовано с учетом его анатомических, физиологических и психологических возможностей; поток поступающей информации должен соответствовать пропускной способности человека; при необходимости повышения надежности работы оператора должно быть предусмотрено наличие средств контроля за его состоянием и результатами деятельности и т.д.

К числу внешних факторов относятся условия внешней среды (обитаемости), объективные условия обстановки и организация деятельности оператора. Учет факторов обитаемости, нейтрализация воздействия вредных факторов должны начинаться уже при проектировании системы «человек-машина» и продолжаться в ходе ее эксплуатации. Если невозможно обеспечить нормальные условия для работы оператора, то следует предусмотреть систему профилактических мероприятий по защите человека от вредного воздействия нежелательных факторов внешней среды.

Организационные факторы, к числу которых относятся режимы работы и отдыха операторов, организация групповой деятельности, количество рабочих смен, вопросы взаимозаменяемости операторов и т.д., выделены в отдельную группу, потому что их наиболее полный и всесторонний учет возможен в процессе эксплуатации системы «человек-машина». Рациональная организация деятельности операторов обеспечивает высокую эффективность функционирования систем.

Однако ряд условий не всегда зависит от деятельности организаторов производства. К их числу относятся, например, такие факторы, как степень ответственности оператора за совершаемые действия, работа в необычных условиях, в ночное время и т.п. Эти факторы могут существенно влиять на эффективность работы оператора. Основные методы нейтрализации их вредного действия заключаются в специальной подготовке операторов к работе в необычных условиях.

Учет факторов, которые могут явиться причиной снижения эффективности деятельности оператора, имеет особую актуальность, поскольку позволяет конструктору уже на стадии проектирования систем «человек-машина» предусмотреть систему мероприятий по оптимизации операторской деятельности.

Однако необходимо отметить, что учет рассмотренных факторов при анализе, исследовании и особенно моделировании деятельности оператора затруднен тем обстоятельством, что число этих факторов крайне велико. Некоторые авторы насчитывают порядка двух тысяч таких факторов и считают «задачу учета большого количества факторов» (ЗУБКФ) практически неосуществимой. Поэтому решение данного вопроса связано с его редукцией (упрощением). Проблема редукции в инженерной психологии детально проанализирована В.Ф. Вендой, который анализирует основные виды редукции, а также последствия, к которым они приводят при решении инженерно-психологических задач.

Для решения ЗУБКФ применяется ряд подходов. Основной из них связан с выбором нескольких наиболее значимых факторов и отсеиванием несущественных. Наиболее часто эта задача решается на интуитивном уровне, что грозит возможностью потери какого-либо из существенных факторов или, наоборот, учетом действительно не значимого фактора. Последнее, не давая дополнительно существенной информации, приводит лишь к усложнению исследования.

Для избежания этого делается попытка отбора наиболее важных факторов путем применения более строгих правил. Основные из них базируются на применении математической теории планирования эксперимента. Интересный подход к отбору факторов предложен В.М. Стариковым. В его основе лежит учет дисперсий анализируемых факторов и коэффициентов их влияния на деятельность оператора. Критерием отбора является выполнение условия

$$\sum_{i=1}^r k_i^2 \sigma_i^2 \geq D_{\phi} (1 - \delta P),$$

где k_i и σ_i — соответственно коэффициент влияния и среднее квадратическое отклонение i -го из r анализируемых факторов;

D_{ϕ} - дисперсия всех факторов; δP — допустимый уровень снижения вероятности выполнения задачи оператором.

Располагая произведениями kf of по степени их уменьшения и вычислив величину $D_{\phi} (1 - \delta P)$ можно определить группу факторов, которые необходимо учесть в исследовании (например, при моделировании деятельности оператора), чтобы обеспечить требуемую достоверность исследований. Численные значения величин k_j , O_j и D_{ϕ} определяются, исходя из статистических данных исследований в аналогичных СЧМ или в процессе натуральных исследований.

Другой подход к ограничению числа учитываемых факторов связан с их группированием. Ю.Г. Фокин, например, вводит понятие сложности операторской деятельности. Она разделяется на несколько видов сложности, каждый из которых характеризуется совокупностью факторов, определенным образом влияющих на результаты деятельности оператора или зависящих от той или иной стороны операторской деятельности. Различаются следующие виды сложности: аппаратная, которая зависит от конструкции технических средств; оперативная, зависящая от особенностей выполняемых оператором операций; режимная, определяемая режимом работы оператора; временная, обусловленная необходимостью соблюдения требуемых временных соотношений между действиями различных операторов или требованиями выполнения работ в течение заданного времени; обуславливающая появление у оператора субъективных ощущений напряженности в работе, подсознательного напряжения или ускорения операций. Рассмотренные виды сложности количественно оцениваются с помощью соответствующих показателей сложности.

Принципиально иной подход предлагает В.Ф. Венда в рамках разрабатываемой им структурно-психологической концепции. Она предполагает не перебор всех независимых внешних факторов, а исследование системообразующих факторов взаимодействия человека с

машиной, отражающих структуру деятельности, влияние на нее всей совокупности внешних факторов.

Такие системообразующие факторы получили название психологических факторов сложности (ПФС). Они представляют собой системную свертку многочисленных внешних факторов сложности (ВФС). Выбираемое число ПФС зависит от заданной тесноты связи их с основными показателями деятельности оператора (надежность, напряженность, быстрдействие и т.п.). Теснота связи может представляться в виде коэффициента множественной корреляции показателей деятельности и совокупности ПФС. Достоинство такого подхода заключается в том, что ПФС отражают единую связанную систему — деятельность оператора, в отличие от ВФС, которые независимы друг от друга. Отсюда следует, что структура деятельности может быть выражена относительно небольшим числом ПФС.

Для того чтобы деятельность оператора могла быть осуществлена, она должна быть соответствующим образом обеспечена, а оператор должен быть вооружен необходимыми средствами деятельности. Инженерно-психологическое (эргономическое) обеспечение деятельности представляет совокупность мероприятий, направленных на обеспечение и повышение эффективности системы «человек-машина» путем рационального учета закономерностей трудовой деятельности работающих в ней людей и использования достижений инженерной психологии и связанных с ней наук по обеспечению их труда. Оно включает в себя три составляющих — техническое, медико-биологическое и организационное обеспечение операторской деятельности.

Техническое обеспечение решает вопросы создания рациональной структуры и технических средств СЧМ. Наибольшее число задач этого вида решается в процессе проектирования технических средств и создания их эксплуатационной документации и завершается созданием рабочего места. В процессе решения этих задач необходимо опираться главным образом на исследования и рекомендации инженерной психологии и антропометрии.

Медико-техническое обеспечение связано с созданием и поддержанием рациональной рабочей среды, условий труда операторов. При этом создаются кабины, аппаратные помещения и другие средства, обеспечивающие поддержание необходимых условий труда человека в СЧМ. При решении этих задач наибольшее значение имеют рекомендации гигиены, физиологии труда и обитаемости.

Организационное обеспечение занимается вопросами профессионального отбора и обучения операторов, создания рациональных режимов их труда и отдыха. Этот вид имеет своей целью включение в систему операторов, обладающих нужными для работы профессиональными качествами. Задачи этого типа решаются в процессе эксплуатации СЧМ с использованием рекомендаций психологии труда и педагогики, психофизиологии и гигиены труда, производственной медицины и социальной психологии.

Таким образом, три рассмотренных вида обеспечения деятельности направлены на рациональное создание трех основных частей СЧМ: технических средств, операторов, рабочей среды. Кроме них в качестве вспомогательных можно выделить также научно-методическое и управленческое обеспечение.

Результатом обеспечения деятельности оператора является оснащение его необходимыми средствами деятельности. Под ними понимаются материальные, энергетические или информационные образования, с помощью которых реализуется деятельность. Средства деятельности подразделяются на внутренние и внешние. Внутренние средства внутренне присущи человеку; под ними понимаются такие компоненты деятельности человека, как знания, навыки, умения, программы действий, образы, понятия и т.п. К внутренним средствам следует отнести и ту потенциальную энергию, которая заключена в двигательном аппарате человека.

К внешним относятся материальные (технические) средства, непосредственно используемые оператором в процессе работы либо обеспечивающие ее выполнение. К ним

относятся основные и вспомогательные рабочие средства, средства обеспечения и средства подготовки.

Основные средства непосредственно участвуют в информационном обмене между человеком и машиной. К ним относятся средства отображения информации (дисплеи, различного рода табло, мнемосхемы, экраны, графопостроители и др.) и органы управления (пульты с органами управления, клавиатуры, кнопочные пульты, переключатели, тумблеры, световые карандаши и пр.).

Вспомогательные рабочие средства непосредственно не участвуют в информационном обмене между человеком и машиной, но используются оператором в процессе его деятельности. Это — средства связи и передачи данных (телефонные, телевизионные, телеграфные, видеотелефонные и др. аппараты), средства сигнализации (специальные индикационные и сигнализирующие устройства, зуммеры, звонки и т.п.), конструктивные элементы (шкафы, столы, столешницы, подставки, планшеты и т.д.), вспомогательные устройства (световые указки, настольные лампы и стекла, специальные приспособления и пр.).

Средства обеспечения самим оператором не используются для выполнения деятельности, но способствуют ее выполнению. В их число входят средства жизнеобеспечения, средства контроля и диагностики функционального состояния оператора, средства контроля и оценки результатов его работы. Технические средства подготовки служат для профессионального обучения и тренировок операторов.

Рассмотренные виды внешних средств деятельности играют различную роль и имеют разное значение в деятельности оператора. Однако в любом случае весьма важное значение при их создании и размещении на рабочем месте оператора имеет учет соответствующих инженерно-психологических требований.

Между внешними и внутренними средствами существуют сложные взаимодействия. Внутренние средства при их оптимальной организации могут компенсировать недостатки внешних средств, и, наоборот, многие достоинства внешних средств деятельности могут оказаться неиспользованными при низком уровне организации внутренних средств.

Вопросы для самопроверки:

1. Какое у Вас сложилось представление о профессии оператора?
2. В Общероссийском классификаторе занятий (ОКЗ) операторские профессии и должности входят, в основном, в три так называемые «укрупнённые группы». Перечислите эти группы.
3. Какие факторы, согласно двухфакторной («мотивационно-гигиенической») теории удовлетворенности трудом, могут быть отнесены к группе т.н. «мотивационных» факторов?
4. Какие факторы по удовлетворенности трудом относятся к группе «гигиенических» факторов?
5. Является или не является профессиональная пригодность врожденным качеством?
6. Профессионально важные (значимые) качества (ПВК) – это...
7. Дайте определение понятию «ситуационная готовность».
8. Что такое профессиограмма?
9. В виде каких четырех основных этапов может быть представлена деятельность оператора в системе «человек-машина»?
10. Дайте определение понятию «психологические факторы сложности (ПФС) труда оператора».

Тема 5. Психические явления в деятельности оператора

Деятельность оператора представляет процесс достижения поставленных перед СЧМ целей, состоящий из упорядоченной совокупности действий оператора. Анализ деятельности человека показывает, что она невозможна без участия психики, без сознательного отражения окружающего мира. В своей деятельности оператор осознает цель своих действий, представляет

их ожидаемый результат, воспринимает и оценивает условия, в которых он действует, обдумывает последовательность отдельных действий, устанавливает и поддерживает свое внимание, применяет волевое усилие, извлекает из памяти необходимую информацию, наблюдает за ходом деятельности и контролирует ее, переживает успехи и неудачи и т.п.

Психика выступает в качестве регулятора деятельности; посредством ее оператор направляет, контролирует и корректирует свою деятельность в соответствии с поставленной целью, предъявляемыми требованиями и условиями. Психика реализуется в психических процессах, свойствах и состояниях человека и проявляется в различных формах психического отражения.

Психические процессы являются важнейшей формой отражательной деятельности мозга. Различают три вида таких процессов: познавательные, эмоциональные и волевые. Познавательные процессы дают нам возможность познавать мир и самих себя. К ним относятся: ощущение, восприятие, представление, мышление и др. Эти процессы отличаются друг от друга различной степенью полноты и глубины отражения действительности. В деятельности оператора они выполняют функции приема, хранения и переработки информации.

Традиционно в психологии отдельные познавательные процессы рассматриваются и изучаются сравнительно независимо друг от друга. Это удобно с чисто методической точки зрения. Однако в реальной человеческой деятельности эти процессы взаимодействуют по разнообразным и сложным схемам, что делает такое расчленение в значительной мере искусственным. Попытки устранения такого несоответствия привели к появлению понятия когнитивного стиля деятельности.

Под когнитивным стилем (от лат. *cognitio* — познание и греч. *stylos* — стержень) понимаются устойчивые структурно-динамические особенности познавательной деятельности, отражающие индивидуальные различия во внутренней организации процессов переработки информации человеком. В выделении когнитивных стилей как специфических параметров индивидуальности проявилась характерная для современной психологии тенденция рассматривать переработку информации человеком как системный феномен. Это означает, что в реальной познавательной деятельности участвуют, как правило, не отдельные изолированные процессы, а их совокупность. Их организация в составе единой системы порождает новое качество, которое не может быть охарактеризовано на основе изолированных оценок, например, свойств внимания или особенностей памяти.

К настоящему времени выявлено несколько десятков когнитивных стилей. Среди них полезависимость-полenezависимость, ригидность-гибкость, рефлексивность-импульсивность, сложность познавательных структур и др. Одним из важнейших из них является полезависимость-полenezависимость. Зависимым от поля является такой стиль поведения, при котором субъект импульсивно откликается на стимулы, обладающие для него побудительной силой. Независимое от поля поведение проявляется в преимущественной ориентации человека на собственную цель и в игнорировании давления наличной ситуации. В сфере восприятия полenezависимость проявляется в эффективности выделения полезного сигнала из перцептивного фона (восприятие на фоне помех). Она выше у независимых от поля людей. В то же время, уступая полenezависимым субъектам в решении познавательных задач, полезависимые оказываются более эффективными в межличностном общении.

Другая группа познавательных процессов — эмоциональные. Эмоциями называются процессы, отражающие в форме переживаний личную значимость и оценку внешних и внутренних ситуаций для жизнедеятельности человека. Если познавательные процессы позволяют человеку более или менее объективно отражать окружающий и не зависящий от него мир, то эмоции служат для отражения субъективного отношения человека к самому себе и окружающему миру.

В соответствии с информационной теорией, эмоций их качество, степень и знак определяются потребностью и прогнозированием вероятности ее удовлетворения на основе врожденного и ранее приобретенного опыта. Низкая вероятность удовлетворения потребности

делает эмоции отрицательными (страх, горе, гнев и др.), возрастание вероятности удовлетворения потребности по сравнению с ранее имеющимся прогнозом придает эмоциям положительную окраску, например, радость, воодушевление, удовольствие и т.п.

Общепсихологическая характеристика эмоций подробно приводится в специальной литературе. С позиций инженерной психологии эмоции можно рассматривать как реакции формирования деятельности, адекватной концептуальной модели, сформировавшейся в сознании человека. Они обусловлены выбором качественных и количественных параметров деятельности на основе оценки собственных и внешних возможностей достижения трудовой цели. Благодаря эмоциям происходит преобразование структуры деятельности: одни ее элементы усиливаются, другие ослабляются. Одним из условий формирования эмоций является оценка оператором своих возможностей и соотнесения их с целями деятельности.

Исходя из сказанного можно сделать два вывода. *Во-первых*, в любой деятельности человека всегда присутствуют эмоциональные процессы. *Во-вторых*, в зависимости от адекватности субъективной концептуальной модели реальной ситуации эмоции могут способствовать трудовой деятельности человека или ухудшать ее. Вследствие этого возникает два основных аспекта анализа и изучения эмоций. Один из них связан с задачей использования положительных сторон влияния эмоций, другой — предотвращения или нивелирования нежелательных проявлений эмоций в трудовой деятельности.

И, наконец, третьим видом психических процессов являются волевые процессы. Воля понимается как механизм, поддерживающий активность человека, направленную на достижение определенной цели при наличии препятствий. В деятельности оператора воля нужна при выборе цели, принятии решения, при осуществлении ответственного действия, при разрешении конфликтной ситуации. Все эти ситуации требуют волевого усилия — особого состояния нервно-психического напряжения, мобилизующего физические, интеллектуальные и моральные силы человека. Воля проявляется как уверенность человека в своих силах, как решимость совершить тот поступок, который сам человек считает целесообразным и необходимым в конкретной ситуации.

Психические свойства личности включают потребности, интерес, склонности и убеждения, способности, темперамент и характер. Эти свойства — наиболее устойчивые черты личности, характеризующие каждого отдельного человека. В совокупности с рассмотренными психическими процессами они формируют профессионально важные качества (ПВК) человека. Многие из этих свойств личности в той или иной мере были рассмотрены при изложении предшествующего материала. Здесь же мы остановимся преимущественно на таких свойствах как темперамент и характер.

Темперамент (от лат. *temperamentum* — смесь, соразмерность) — это те врожденные особенности человека, которые обуславливают динамические характеристики интенсивности и скорости реагирования, степени эмоциональной возбудимости и уравновешенности, особенности приспособления к окружающей среде. Темперамент представляет тот биологический фундамент, на котором формируется личность как социальное существо. Он отражает в основном динамические аспекты поведения, преимущественно врожденного характера. Особенности темперамента человека — важное условие, с которым следует считаться при индивидуальном подходе к воспитанию, обучению, развитию его способностей. В инженерной психологии особенности темперамента следует учитывать при профессиональном отборе, организации групповой деятельности, раскрытии механизмов надежности человека, организации обучения и тренировок и других случаях.

Физиологической основой темперамента являются свойства нервной системы человека (сила-слабость, уравновешенность-неуравновешенность, подвижность-инертность). В соответствии с учением И.П. Павлова выделяют четыре основных типа темперамента: сангвиник, холерик, флегматик, меланхолик.

Сангвиник — человек с сильным, уравновешенным, подвижным типом нервной системы. В поведенческом плане — это быстрый, подвижный человек, стремящийся к частой смене впечатлений, быстро реагирующий на события, легко переживающий неудачи и неприятности.

Холерик характеризуется сильным, подвижным, неуравновешенным типом нервной системы. В поведении — это быстрый, порывистый человек, способный страстно отдаваться делу, неуравновешенный, склонный к бурным эмоциональным вспышкам, резким сменам настроений, с быстрой истощаемостью реакций.

Флегматик — человек с сильным, уравновешенным, инертным типом нервной системы. Это человек медлительный, невозмутимый с устойчивыми стремлениями и настроениями, слабым внешним выражением психических состояний.

Меланхолик обладает слабым, инертным типом нервной системы. Он является легко ранимым, склонным глубоко переживать даже незначительные события, но вяло реагирующим на окружающее человека.

Для анализа и характеристики свойств личности часто используются также понятия экстраверсии и интроверсии (от лат. *extro* — вне, *intro* — внутрь, *versio* — поворачивать, обращать). Эти понятия введены для обозначения двух противоположных типов личности. Экстраверты характеризуются обращенностью личности на окружающий мир, объекты которого притягивают к себе интересы, жизненную энергию субъекта, что в известном смысле ведет к отчуждению субъекта от самого себя. Экстравертам свойственна импульсивность, инициативность, гибкость поведения, общительность, социальная адаптированность. По типу темперамента их можно отнести к сангвиникам или холерикам. Для интровертов, напротив, характерна фиксация интересов личности на явления собственного внутреннего мира; необщительность, замкнутость, социальная пассивность, склонность к самоанализу, затруднение социальной адаптации. По типу темперамента интроверты являются флегматиками или меланхоликами.

Для более тонкой дифференциации свойств личности американским психологом Х. Айзенком введено понятие эмоциональной устойчивости — эмоциональной неустойчивости (нейротизма). Эмоциональная устойчивость характеризует способность человека к сохранению психических и психомоторных процессов, к поддержанию профессиональной результативности в условиях воздействия эмоциогенных факторов. Чем меньше эмоциональная устойчивость, тем скорее при прочих равных условиях развивается эмоциональная напряженность. Эмоциональная устойчивость во многом зависит от силы нервных процессов. Слабость и неуравновешенность нервных процессов обычно совпадает с низкими показателями эмоциональной устойчивости. Поэтому считается, что эмоционально устойчивыми обычно являются сангвиники и флегматики, эмоционально неустойчивыми — холерики и меланхолики.

Так, экстраверты (сангвиники и холерики) подвижны и импульсивны; поэтому они наиболее эффективны в проявлении инициативы, в скорости налаживания межличностных контактов. Однако работают они рывками, быстро теряют интерес к своим же предложениям, если реализация их затягивается, не обращают внимания на детали. Интроверты (флегматики и меланхолики) сдержаны и уравновешены, они более точно, аккуратно и экономично выполняют работу, лучше ее планируют. Более подробно эти вопросы излагаются при рассмотрении вопроса о психологических механизмах надежности оператора.

В нормальных условиях темперамент проявляется только в особенностях индивидуального стиля; не предопределяя результативность деятельности. Индивидуальный стиль может способствовать одинаковой результативности лицам с различными типами нервной системы.

Так, Е.А. Климов показывает, что ткачихи-многостаночники с инертной и подвижной нервной системой достигают одинаковой производительности за счет разных индивидуальных качеств. Для подвижных (холериков и сангвиников) характерно успешное выполнение трудовых действий в повышенном темпе, высокая скорость движений, частые переходы от станка к станку, малое количество предупредительных работ, большое количество срочных

операций в единицу времени. Инертным, наоборот, свойственно большое количество подготовительных и профилактических мероприятий, позволяющие им избежать большей части срочных работ, редкие переходы от станка к станку, работа в спокойствии, равномерном темпе. Как первые, так и вторые, достигали одинаковых производственных результатов, но подвижные — за счет «поворотливости», а инертные — в результате создания условий для спокойной работы.

Однако в особых, усложненных условиях деятельности влияние темперамента на эффективность деятельности существенно усиливается, заученные и предварительно усвоенные формы поведения становятся неэффективными. В связи с этим требуется дополнительная энергетическая или динамическая мобилизация организма для того, чтобы справиться с неожиданными или сверхсильными воздействиями. Эта задача решается путем профессионального отбора.

На базе темперамента и в зависимости от уровня развития тех или иных способностей складывается характер. Он определяется как синтез особенностей психических процессов с типологическими способами реагирования, зависящими от восприятия и обучения. Если такие свойства характера, как устойчивость или переключаемость внимания, способность к устойчивому волевому контролю за собственными реакциями теснее связаны с темпераментом, то такие черты, как отношение к работе, дисциплинированность в большей мере обусловлены воспитанием и саморазвитием. Важно подчеркнуть и активность личности. С возрастом развитие личности становится более сознательным и целенаправленным.

И, наконец, еще одним видом психических явлений являются психические состояния. Они представляют целостную характеристику психической деятельности за определенный промежуток времени, показывающую своеобразие протекания психических процессов в зависимости от отражаемых предметов действительности, предшествующего состояния и психических свойств личности. В психических состояниях достаточно определенно выражаются индивидуальные особенности личности. Примером психических состояний могут быть: бодрость, апатия, депрессия, эйфория, скука, то или иное настроение и пр.

Для психологии труда и инженерной психологии наибольший интерес представляют психические состояния человека в трудовой деятельности. Они классифицируются по ряду признаков. По признаку длительности различают относительно устойчивые состояния (удовлетворенность или неудовлетворенность трудом, заинтересованность в труде или безразличие к нему и т.п.); временные или ситуативные состояния, возникающие под влиянием неполадок или взаимоотношений с коллегами; состояния, возникающие периодически (скука, сонливость, повышенная или пониженная активность и т.п.). По признаку преобладания одной из сторон психики различают состояния: эмоциональные; волевые (волевые усилия); состояния, в которых доминируют процессы восприятия и ощущения (состояния живого созерцания); состояния внимания (рассеянность, сосредоточенность); состояния, характеризующие мыслительную активность (задумчивость, озарение, вдохновение) и т.п.

Для инженерной психологии и психологии труда наиболее важна классификация психических состояний по уровню напряжения, так как именно этот признак наиболее существенен с точки зрения влияния на эффективность деятельности. С этой точки зрения различают психическое напряжение и психическую напряженность. Первое соответствует благоприятным условиям труда, когда цель труда достигается при допустимых нервно-психических затратах. При неблагоприятных условиях, крайним проявлением которых являются экстремальные условия, психическое напряжение перерастает в напряженность. Оба эти вида психологических состояний в свою очередь могут быть классифицированы в соответствии с теми психическими функциями, которые преимущественно вовлечены в деятельность оператора и изменения которых наиболее выражены в неблагоприятных условиях. С этой точки зрения различают интеллектуальное, сенсорное, физическое, эмоциональное, мотивационное и другие виды психического напряжения.

В инженерной психологии проблема состояний оператора не ограничивается только рассмотренными выше аспектами. Здесь проблема состояний оператора рассматривается как специальный психологический и физиологический аспект проблемы эффективности и, в частности, надежности деятельности оператора. Так или иначе понятие состояния оператора характеризует динамику психических и физиологических процессов, которые вовлекаются в профессиональную деятельность, влияя на ее результативность. **Такие состояния называются функциональными**, их изучение является одной из важнейших задач инженерной психологии.

Психологическая характеристика деятельности оператора

Операторская деятельность представляет собой специфический вид трудовой деятельности, возникшей на определенной ступени развития техники и производства в целом. Поэтому прежде чем давать психологическую характеристику операторской деятельности, кратко рассмотрим трудовую деятельность человека вообще.

Трудовая деятельность человека, как и любая другая; исходит из определенных *мотивов* и направлена на достижение определенных *целей*. В общем смысле мотив — это то, что побуждает человека к деятельности, а цель — то, чего он стремится достигнуть в результате деятельности.

Когда речь идет о мотивах, имеются в виду некоторые субъективно переживаемые побуждения к деятельности. Для субъекта мотив выступает как непосредственная побудительная сила, как непосредственная причина деятельности. При этом источник мотива нередко усматривают в мышлении, в сознании.

Но действительной основой мотива человека являются потребности, то есть объективная необходимость — его нужда в веществе, энергии и информации. Принято различать потребности материальные (в пище, одежде, жилище) и духовные, или культурные (в общении с людьми, образовании, чтении и т.д.). Эти потребности так или иначе отражаются в сознании. Мотив и есть *осознанная*, то есть отраженная в сознании, *потребность*. Человеческие потребности, следовательно, и мотивы, развиваются в процессе исторического развития общества.

Цель деятельности — это идеальный, или мысленно представляемый ее результат. Отношение «мотив-цель» образует своего рода «вектор», направляющий деятельность человека. Этот «вектор» существенно влияет на протекание психических процессов (перцептивных, мнемических, интеллектуальных), включенных в деятельность, на психические состояния и динамику работоспособности человека. В течение жизни у каждого человека формируется определенная система мотивов, одни из которых становятся доминирующими, другие — подчиненными. Определенную систему образуют также и цели, которые человек перед собой ставит.

Нужно отметить, что идеальная подготовка к той или иной трудовой деятельности и образование целей с развитием производства становятся все более сложными. Формирование представления о результате труда у современного человека предполагает овладение системой знаний о технике, технологии, о производстве в целом.

Конечной целью любой трудовой деятельности является получение некоторого полезного (и для данного человека, и для общества) результата. Но достигается эта цель поэтапно, путем решения частных задач. Так, цель деятельности диспетчера аэропорта состоит в том, чтобы обеспечить безопасный взлет, пролет и посадку в районе данного аэропорта. Выполняя эту деятельность, он решает такие задачи, как установление связи с бортом самолета, оценка воздушной обстановки, получение информации о погоде и т.д. Каждая такая задача состоит из более мелких: просмотр расписания, наблюдение за экраном радиолокатора, запросы и т.д.

Элемент деятельности, направленный на выполнение простой текущей задачи, в психологии принято называть *действием*. Более детальный анализ позволяет разложить действие на составляющие его рабочие движения (в случае, когда речь идет о моторных действиях). При таком рассмотрении действие выступает как система определенным образом

организованных движений (рук, ног, всего тела). Фактором, организующим движения в систему (в действие), является задача.

В принципе деятельность человека может быть описана как система последовательно выполняемых действий. Иногда некоторые действия выполняются параллельно, то есть одновременно. Нужно отметить, однако, что деятельность не есть простая сумма элементарных действий. Описание деятельности как аддитивного процесса дает лишь весьма приблизительное представление о ее структуре. В действительности соотношение действий в структуре деятельности более сложно. В процессе ее выполнения происходит объединение и расчленение действий, переходы одного в другое, преобразование действий и т.п. Действие характеризуется высокой динамичностью и пластичностью. Каждое из них формируется по ходу деятельности. Одно и то же действие человек может выполнять разными способами. Способ выполнения каждого последующего действия зависит от результатов предшествующего и конкретных условий деятельности. В процессе деятельности так или иначе проявляются творческие способности человека.

Деятельность выступает как сложная, иерархически построенная, многоуровневая и динамически развивающаяся структура с большими возможностями переключения от уровня к уровню.

Все это создает трудности для использования методов ее формального описания. Пожалуй, только стереотипная, доведенная до автоматизма («задолбленная») деятельность может быть описана как сумма последовательно выполняемых действий. Но в этом случае нецелесообразно заменить человека автоматическим устройством.

Следует отличать действие как элемент человеческой деятельности от *операции*; являющейся элементом технологического процесса. Иногда операция может выполняться человеком при помощи одного действия, иногда ее выполнение требует нескольких действий. В автоматизированном производстве многие операции выполняются машинами, то есть без участия человека. В этой связи возникает важный вопрос о согласовании хода технологического процесса с деятельностью человека, об учете особенностей человеческой деятельности при организации технологического процесса и режима труда.

В каждый момент выполнение действие характеризуется высокой степенью соответствия (адекватностью) предмету, орудиям и условиям труда. Это возможно только потому, что предмет, орудия и условия труда отражаются в сознании человека, а возникающее отражение (субъективное отражение) выступает в роли регулятора выполняемого действия.

Иначе говоря, информация о текущем состоянии предмета, на который направлено действие, а также о внешних условиях выступает в форме его субъективного образа. Существенной его характеристикой является оперативность. «Оперативный» — значит приспособленный для правильного и быстрого практического выполнения тех или иных задач.

Идеальное специализированное отражение преобразуемого в действии объекта (предмета, процесса, явлений), складывающееся по ходу выполнения конкретного действия и подчиненное задаче этого действия, называется оперативным образом. Оперативный образ и выступает в роли основного регулятора действия, обеспечивая его адекватность предмету, орудиям и условиям труда. Именно благодаря оперативному образу отдельные движения органов человеческого тела организуются в единую систему — действие. Оперативный образ формируется в ходе процессов приема и переработки информации и вместе с тем является фактором, направляющим их течение и организацию.

Важная роль в регуляции действий принадлежит сигналам обратной связи, несущим информацию о результате выполненного действия. Эти сигналы включаются в оперативный образ, корректируют его.

Механизм регуляции действия представляет собой замкнутую систему (рефлекторное кольцо), включающую процессы приема и переработки информации, принятия решения и сигналы обратной связи, возникающие при выполнении действия.

Все, что говорилось выше, относится, прежде всего, к так называемым внешним действиям: действиям, посредством которых человек преобразует вещественные предметы (перемещает их в пространстве, разделяет на части и соединяет и т.д.) и которые доступны непосредственному наблюдению. Но любая трудовая деятельность человека включает и внутренние, умственные действия (действия, выполняемые в уме).

Эти внутренние действия формируются на основе внешних в результате *интериоризации* (что в переводе с латинского значит «превращение во внутреннее»). При этом структура внешнего действия подвергается специфической трансформации. Внутреннее действие является свернутым и обобщенным. Решающая роль в процессе интериоризации принадлежит слову, в котором фиксируются существенные свойства предметов (и явлений) объективной действительности, а также способы оперирования как самими предметами, так и информацией о них. Существенным условием интериоризации является общение человека с другими людьми.

Оперирование словами и другими знаковыми системами дает возможность человеку решать определенный класс задач в идеальном плане (без обращения к материальным предметам и оперирования с ними). Именно во внутреннем плане формируются программы деятельности человека.

В трудовой деятельности человека имеет место не только интериоризация действий, но и их *экстреоризация* (от слова «экстериус» — внешний), то есть превращение внутренних действий во внешние.

Механизм психической регуляции деятельности человека имеет сложное строение. Он включает несколько уровней:

- уровень ощущений и восприятия;
- уровень представлений;
- уровень рече-мыслительных процессов.

Первый уровень относится к отдельным действиям, он обеспечивает в основном регуляцию внешних действий, соответствие данного конкретного действия данным конкретным условиям, предмету и орудию труда.

Второй уровень относится также и к внутренним действиям; обобщенность и панорамность представления (вторичного образа) создает возможность варьирования приемов выполнения действий и их переноса из одних условий в другие.

Третий уровень относится главным образом к внутренним действиям (умственному плану деятельности). Благодаря тому, что в рече-мыслительных процессах отражаются общие и существенные связи между явлениями (их закономерности), этот уровень обеспечивает возможность предвидения хода событий и планирования деятельности в целом.

В реальной трудовой деятельности перечисленные уровни ее регуляции выступают в неразрывном единстве.

Однако в зависимости от конкретных задач тот или иной уровень становится ведущим. Так, при выполнении задачи слежения за движущимся объектом (особенно преследующего слежения) ведущим является первый из перечисленных уровней. При поиске неисправностей в аппаратуре ведущую роль берет на себя второй и третий уровни.

Соотношение между этими уровнями изменяется в процессе обучения и тренировки, при формировании навыков. Стадии формирования навыка связаны с изменением уровней регуляции.

Принципиально структура операторской деятельности такова же, как и любой другой трудовой деятельности. Однако она обладает некоторыми специфическими особенностями, определяемыми тем, что оператор не имеет возможности взаимодействовать с предметом своего труда (объектом управления) непосредственно: информация об объекте управления передается ему через систему технических устройств, его воздействие на объект также передается через систему технических устройств. Оператор воспринимает не самый объект, а его информационную модель, манипулирует же он с органами управления.

Элементарная схема деятельности оператора может быть описана следующим образом.

Есть некоторый объект управления. Цель деятельности человека-оператора состоит в том, чтобы перевести этот объект из одного состояния в другое или, напротив, удержать объект в некотором состоянии, преодолевая внешние возмущения. На основе имеющейся в его распоряжении информации (в том числе и накопленной в профессиональном опыте) в голове человека-оператора формируется некоторый образ задаваемого (будущего) состояния объекта управления, то есть образ того состояния, которое должно быть достигнуто в результате деятельности. Его называют *образ-цель*. Воспринимая сигналы, поступающие от средств отображения информации, человек-оператор оценивает текущее состояние объекта управления, сличает его с образом-целью, анализирует возможные способы достижения цели, принимает решение и выполняет управляющее действие (или систему действий). Сигналы, возникающие в результате этого действия, передаются через технические устройства к объекту управления, изменяя его состояние. Сигналы об изменившемся состоянии поступают к оператору. Он оценивает, достигнута ли цель (или решена ли задача, если речь идет об отдельном действии), и в зависимости от результата оценки либо прекращает деятельность, либо выполняет новое управляющее действие: в последнем случае цикл управления повторяется.

Человека-оператора принято рассматривать как звено системы «человек-машина». Но это звено особого рода, организующее всю систему и направляющее ее на достижение определенного, заранее заданного результата. Именно на долю человека приходится постановка цели и определение частных задач, решение которых обеспечивается ее достижением, выполнением управляющих действий и оценкой достигаемых благодаря им результатов. Технические устройства — это средства, которыми человек пользуется при выполнении действий и которые несут ему информацию о результатах этих действий.

Формирование в сознании оператора образа-цели в системах «человек-машина» опосредствуется техническими устройствами. Образ строится с учетом этих средств. Вместе с тем он определяет критерии селекции информации о текущем состоянии объекта, а также ее интеграции. Формирование образа-цели связано с *прогнозированием* (предвидением) изменений объекта управлений. Как показывают исследования, прогнозирование является неотъемлемым компонентом любой целенаправленной деятельности. Если средства отображения информации затрудняют прогнозирование событий (что иногда бывает), то это приводит к нарушению деятельности: к ошибкам, сбоям, запаздыванию в выполнении действий.

Задача, стоящая перед оператором перевести объект управления из одного состояния в другое), выступает субъективно, то есть для него, как «рассогласование» образа-цели и оперативного образа. Это «рассогласование» определяет направление поиска решения, в процессе которого происходит выдвижение гипотез, их оценка и принятие решения. Обычно этот процесс протекает в плане внутренних действий, но иногда (у неопытных операторов) в поиск решения включаются и внешние действия.

Принятие решения неразрывно связано с формированием *плана, или программы деятельности*. Однако такая программа обычно не представляет собой жесткой однозначной системы предписаний, а выступает в обобщенной форме; в зависимости от конкретных условий пути ее «развертки» могут быть различны. Она представляет скорее систему подзадач, чем детальный перечень всех элементов действия (входящих в него движений).

Программа, так же, как и все другие компоненты механизма, регулирующего операторскую деятельность, строится с учетом тех технических устройств, при помощи которых она реализуется.

Как отмечалось, выполнив то или иное управляющее действие, оператор изменяет состояние управляемого объекта. Возникающий при этом и передаваемый через систему технических устройств сигнал является не просто сигналом о новом состоянии объекта управления, но вместе с тем и сигналом о *результате выполненного оператором действия* (обратная связь). Он несет информацию о том, достигнута ли цель (решена ли задача). Образ этого сигнала сличается с образом-целью.

Итак, основными «психологическими составляющими» операторской деятельности является *образ-цель, оперативный образ, прогнозирование хода событий, принятие решения, программа (план) действий, восприятие информации об их результатах (обратная связь)*.

При разработке систем «человек-машина» и ее технических звеньев важно учитывать не только характеристики отдельных анализаторов, перцептивных, мнемических и интеллектуальных процессов, но и структуру операторской деятельности в целом. Системы отображения информации и органы управления должны конструироваться с учетом основных «психологических составляющих» операторской деятельности. Структура операторской деятельности должна учитываться также при определении роли и места человека в системе «человек-машина», выявлении факторов, влияющих на ее эффективность и надежность, распределении функций между оператором и машиной, обучении и тренировке операторов.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие Вам известны психические явления в деятельности оператора?
2. Какова роль эмоций применительно к труду оператора?
3. Что является физиологической основой темперамента?
4. Какие Вам известны психические состояния человека в трудовой деятельности?
5. Такие состояния называются функциональными?
6. «Мотив и есть осознанная, то есть отраженная в сознании, потребность». Поясните смысл этого утверждения.
7. «Деятельность выступает как сложная, иерархически построенная, многоуровневая и динамически развивающаяся структура с большими возможностями переключения от уровня к уровню». Поясните смысл этого утверждения.
8. Что такое «оперативный образ»?

Тема 6. Физиологическая характеристика деятельности оператора

Формирование рассмотренных психологических составляющих деятельности обеспечивается сенсорно-перцептивными, мнемическими и интеллектуальными процессами, которые выступают как различные формы субъективного отражения реальной действительности. Материальным субстратом этих психических процессов являются нервные процессы, изучаемые физиологией. Поэтому их исследование предполагает анализ не только отношений образа к его объекту, не только динамики отражения и его регулирующей роли в деятельности, но и отношения отражения к его носителю — мозгу, следовательно, и к нервным процессам.

Нейрофизиологической основой деятельности является функциональная система, теория которой разработана П.К. Анохиным. Функциональная система представляет собой динамически формирующуюся организацию, которая избирательно объединяет разнородные центральные и периферические аппараты на основе их взаимодействия для получения полезного для организма результата. П.К. Анохин, изучая поведение живых организмов, установил факт обратной афферентации о достигнутом конечном приспособлении эффекта. Это дало возможность рассматривать функциональную систему как замкнутое физиологическое образование с непрерывной обратной информацией об успешности данного приспособительного действия.

Функциональная система имеет следующие узловые механизмы:

А. Афферентный синтез. Здесь происходит обработка наиболее важной информации для принятия решения. Главное в афферентном синтезе принадлежит мотивационному возбуждению, то есть информации, отражающей в данный момент потребность организма. Только после афферентного синтеза рождается намерение к действию.

Б. Принятие решения с одновременным формированием акцептора результатов действия.

В. Формирование программы действия.

Г. Реализация принятого решения в виде поведенческого акта.

Д. Сличение при помощи обратной афферентации параметров результата совершенного действия с параметрами, отраженными в акцепторе результатов действия.

Главное значение в рассмотренной схеме поведенческого акта придается механизму, обеспечивающему сличение заданного результата с реально полученным. В процессе осуществления этого акта происходит отработка всей информации, поступающей в органы чувств от различных рецепторов. В него включается: мотивационное возбуждение, отражающее доминирующую в данный момент потребность; обстановочная афферентация, способствующая удовлетворению мотивации; извлечение из памяти результатов прошлого опыта и так называемый пусковой стимул (ПС). Мотивационное возбуждение играет решающую роль в формировании цели (или задачи) действия.

Теория функциональной системы открывает новые пути в изучении нейрофизиологических основ психических процессов. Смысл их состоит в том, чтобы исследовать не сами по себе изолированно взятые нервные процессы, а их организацию, системное строение.

Общая структура психологической системы деятельности отражает реальные психологические процессы, побуждающие, программирующие, регулирующие и реализующие деятельность. Она позволяет рассматривать совокупность психических явлений, реализующих деятельность, в их взаимосвязи, как систему. Психологическая система деятельности включает ряд функциональных блоков (мотивов и целей профессиональной деятельности, принятия решения, программы деятельности и др.), выделенных в качестве ее основных компонентов на том основании, что отражаемые в них структуры являются основными компонентами реальной деятельности.

Однако несмотря на это, все блоки психологической системы деятельности теснейшим образом взаимосвязаны и выделение их производится лишь в целях психологического исследования деятельности. Важнейшим требованием такого исследования является изучение системы деятельности в развитии. Это позволяет использовать данную систему для решения задач, связанных с повышением эффективности трудовой деятельности и профессионального обучения.

Реализация этого положения возможна на использовании концепции системогенеза деятельности, согласно которой процесс освоения профессиональной деятельности не является аддитивным в том смысле, что сначала формируются одни ее составляющие (блоки), затем другие. Деятельность как бы «закладывается вся целиком», но вначале в неразвитой форме. В дальнейшем ее составляющие развиваются неравномерно. При этом развитие любой из них на каком-либо этапе овладения деятельностью достигает лишь того уровня, который является для данного этапа достаточным (не обязательно максимальным). Иначе говоря, развитие каждой из этих составляющих подчиняется развитию системы в целом.

В деятельность человека так или иначе вовлекается не только нервная система, но и весь его организм: мышечная, дыхательная, кровеносно-сосудистая система и т.д. Функциональная система организует и регулирует функционирование всех органов тела, подчиняя их основной задаче деятельности. Наряду с этим во всех функциях организма так или иначе проявляются все ее свойства. Поэтому регистрация, например, пульса, артериального давления, дыхания, мышечного напряжения и т.д. дает ценные сведения для понимания психологических особенностей деятельности и ее нейрофизиологических основ. Поэтому эти показатели широко используются и при проведении инженерно-психологических исследований.

На основании сказанного следует, что физиологическая характеристика труда оператора предполагает также рассмотрение особенностей функционирования различного рода внутренних органов человека в процессе его деятельности, анализ происходящих в этих органах изменений под влиянием условий труда. «Как бы различны ни были отдельные виды полезного труда, или производственной деятельности, - писал К. Маркс, - с физиологической стороны, это

функции человеческого организма, и каждая такая функция, каковы бы ни были ее содержание и ее форма, по существу есть затрата человеческого мозга, нервов, мускулов, органов чувств и т.д.».

В приведенном высказывании речь в первую очередь идет о затратах мозга и нервов. И это не случайно. Согласно современным представлениям, физиологические основы трудовой деятельности базируются на деятельности центральной нервной системы (ЦНС), обеспечивающей координацию всех органов.

Основными процессами, с помощью которых ЦНС осуществляет координирующие функции, являются возбуждение и торможение. Возбуждение — деятельное состояние нервных клеток, продуцирующих нервные импульсы к соответствующим органам, тканям или другим нервным клеткам. С помощью импульсов возбуждения ЦНС и осуществляет свою функцию высшего распорядителя и организатора всей деятельности организма. Движущей силой процесса возбуждения является энергия химических веществ, которая используется для его обеспечения. Энергетическое обеспечение процессов возбуждения ограничено некоторыми рамками, которые определяют предел работоспособности человека. Этот предел даже для одного человека является величиной переменной и может меняться в зависимости от конкретных условий труда оператора.

Торможением называется процесс активного уменьшения деятельности нервных клеток. Торможение, развивающееся в функционирующих нервных клетках, может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на деятельность оператора. Так, например, оно может быть охранительным по характеру (при утомлении), предотвращая тем самым нервные клетки от перенапряжения, спасая их от труднообратимых состояний. При монотонной работе, при работе в режиме ожидания сигнала торможение может привести к нежелательным явлениям, например, к потере бдительности, снижению уровня готовности к экстренным действиям.

Процесс торможения всегда находится под контролем сознания. Во время трудовой деятельности человек может волевым усилием продолжать выполнение работы, несмотря на нарастающее чувство усталости, сигнализирующее ему о потребности в отдыхе. Однако продолжение работы требует энергетического обеспечения, поэтому человеческий организм начинает использовать энергетические вещества, предназначенные для других целей. Такое положение носит название нейрофизиологического конфликта.

Длительные и частые нейроконфликты являются крайне нежелательными для организма, они меняют характер многих физиологических процессов. Требуемый уровень работоспособности осуществляется при этом за счет процессов, менее выгодных энергетически и функционально. Например, в сердечно-сосудистой системе обеспечение необходимого кровоснабжения органов осуществляется не за счет преимущественного увеличения силы сердечных сокращений, а за счет возрастания их частоты. Это приводит к истощению резервных возможностей организма. Вот почему, например, работа оператора в режиме ожидания сигнала, несмотря на ее кажущуюся легкость, требует постоянных волевых усилий для ограничения процесса торможения. Это является причиной нейроконфликтов, поэтому такая деятельность с физиологической точки зрения является тяжелой и трудной. Чтобы избежать этого, конструктору следует руководствоваться принципом «активного оператора», суть которого заключается в выходе работающего за пределы исходных целей, в отличие от приспособительности как ограничения действий субъекта узкими рамками заданного.

Работоспособность оператора не является постоянной на протяжении рабочего дня. Можно выделить *три фазы работоспособности*.

Первая фаза представляет собой период вработываемости, который может продолжаться от нескольких минут до часа. Он характеризуется постоянным повышением всех показателей работы оператора (уменьшение ошибочных действий и времени выполнения им работы, повышение точности действий и стабильности результатов работы). Физиологическое содержание этого периода сводится к формированию рабочей доминанты. Доминанта

характеризуется тем, что нервные центры, регулирующие рабочие функции организма, постепенно объединяются в единую функциональную систему. Период вработываемости (особенно в условиях работы за пультом управления) характеризуется особенно высоким нервно-психическим напряжением.

Второй фазой является период оптимальной работоспособности. Он характеризуется относительно стабильными, наилучшими для данных условий результатами работы оператора. Продолжительность этого периода зависит от степени тяжести и напряженности работы, степени тренированности и других личных качеств оператора. Для большинства видов операторской деятельности этот период составляет 3-4 часа.

Третьей фазой работоспособности является период утомления. Этот период обусловлен истощением энергетических возможностей работающих органов и развитием процесса торможения работоспособность оператора постепенно падает. В первую очередь снижается работоспособность органов и систем, непосредственно обеспечивающих выполнение данной деятельности. Например, у операторов РЛС прежде всего развивается утомление зрительного анализатора, у радиостов-операторов — слухового. У операторов, работающих в режиме ожидания сигнала, в первую очередь нарушаются функции внимания. Начало активного развития утомления должно совпадать с окончанием рабочего дня (рабочей смены) оператора.

Большое влияние на работоспособность оператора оказывает четкий ритм производственного процесса. Это имеет особенно большое значение в тех случаях, когда активная работа оператора непрерывна по характеру. Если же такая работа прерывается, то вхождение в работу (период вработываемости) повторяется каждый раз. В результате неэкономичности работы и повышенного нервно-психического напряжения в период вработываемости падает общий уровень работоспособности и быстрее наступает утомление.

Устранение вынужденных перерывов — не единственное средство сделать работу ритмичной и снизить тем самым утомление. Другим проявлением ритмичности является работа без рывков, без замедления и ускорения ее темпа. Признаком ритмичности является стабильность времени выполнения однотипных заданий за пультом управления. Опыт показывает, что у более подготовленных операторов стабильность значительно выше, чем у менее подготовленных. Умение равномерно расходовать психофизиологические ресурсы организма является одним из признаков профессиональной выносливости, следовательно, и более эффективной работы.

Оценка стабильности может проводиться с помощью дисперсии времени выполнения однотипных заданий. Кроме того, для определения степени неритмичности может использоваться коэффициент неритмичности $K_{нр}$, определяемый по формуле

$$K_{нр} = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{\bar{\tau}_{оп}}$$

где τ_{max} и τ_{min} - соответственно максимальное и минимальное значения времени выполнения однотипного задания; $\bar{\tau}_{оп}$ - среднее значение этого времени.

В специально проведенном эксперименте операторы выполняли функции управления АСУ. В соответствии с установленными нормативами результаты их подготовленности оценивались по четырехбалльной системе. Затем для каждой из групп операторов по формуле (4.2) определялось значение коэффициента неритмичности. У операторов, получивших отличную оценку, значение $K_{нр}$ оказалось равным 0,47; у операторов, работа которых была оценена «удовлетворительно», значение $K_{нр}$ гораздо больше и равно 0,69%. Эти данные показывают, что величина $K_{нр}$ действительно может характеризовать способность оператора к эффективной и производительной работе. Это обстоятельство должен учитывать конструктор, рекомендуя оптимальный режим труда и отдыха операторов создаваемой СЧМ.

Рассматривая физиологическую характеристику труда оператора, необходимо остановиться и на влиянии операторской деятельности на организм человека. Определяющими

здесь являются два фактора. *Во-первых*, операторский труд связан, как правило, с повышенными нервно-психологическими перегрузками. *Во-вторых*, он характеризуется весьма ограниченной двигательной активностью. Сочетание этих двух факторов оказывает крайне неблагоприятное влияние на целый ряд физиологических функций.

Нервно-эмоциональное напряжение приводит обычно к повышению энергетических затрат организма. В процессе длительного эволюционного развития сложились определенные механизмы реагирования организма на внешнюю среду: нервно-психическое напряжение вызывает мобилизацию всех ресурсов организма, ибо оно обычно предшествует и сопутствует активной мышечной работе (преследованию добычи, спасению от врага и т.д.). Эволюционно сложилось так, что организм человека, находящегося в состоянии нервно-психического напряжения, всегда был готов к интенсивной мышечной работе. Но оператор вынужден часами оставаться в одной, более или менее удобной рабочей позе, при минимальной физической активности и ограниченности поступающей информации. Многократное повторение такой ситуации может привести к нарушениям как самой центральной нервной системы, так и регулируемых ею физиологических функций.

Особенно сильно страдает сердечно-сосудистая система. Проведенные исследования ряда операторских профессий показывают, что в процессе работы за пультом управления увеличивается кровяное давление (особенно нижнее), частота сердечных сокращений, изменяется электрическая активность сердца. Происходят также нарушения ряда эндокринных функций, которые также оказывают неблагоприятное влияние на сердечно-сосудистую систему (например, увеличивается количество адреналина и сахара в крови). Обнаружено, что все эти изменения тем больше, чем длительнее стаж работы человека на операторских профессиях.

Работа в условиях нервно-психического напряжения в сочетании с ограниченной двигательной активностью оказывает неблагоприятное влияние и на ряд других функций (эндокринную систему и обмен веществ, работу анализаторов, органов дыхания, пищеварения и др.). Такие изменения следует рассматривать как неблагоприятное состояние всего организма, причем такое состояние бывает не эпизодически, а почти каждый рабочий день. Частое повторение таких состояний, когда многие физиологические функции организма повышаются выше нормы, приводит в ряде случаев к нарушениям компенсационно-адаптационных механизмов, и в соответствии с этим могут возникнуть патологические (болезненные) состояния организма.

Для уменьшения этих нежелательных последствий операторского труда необходимо предусмотреть целый ряд специальных мероприятий. К ним относятся: разработка рациональных режимов труда и отдыха; введение в деятельность оператора определенной двигательной активности (например, производственной гимнастики); правильное и своевременное питание с применением специально подобранных пищевых стимуляторов; проведение специальной тренировки операторов. Многие из этих вопросов должны решаться уже на стадии проектирования СЧМ.

Вопросы для самопроверки:

1. Какая Вам известна теория функциональных систем?
2. Что такое акцептор действия?
3. Что такое физиологическая обратная связь?
4. В чем заключается цель действия (в соответствии с теорией функциональных систем)?
5. Торможением называется процесс активного уменьшения деятельности нервных клеток. Корректное ли это утверждение?
6. Перечислите три основные фазы работоспособности.
7. Нервно-эмоциональное напряжение – это...
8. Для уменьшения каких нежелательных последствий труда необходимо предусмотреть комплекс мероприятий по поддержанию «профессионального здоровья» оператора?

Раздел 3. Функциональные состояния оператора

Тема 7. Общая характеристика функциональных состояний

Проблема функционального состояния человека одна из наиболее актуальных проблем современной психофизиологии. Труд современного человека во многом является операторским трудом, поэтому характеризуется исключительно высоким темпом восприятия, анализа и синтеза поступающей информации, ее последующей переработки для принятия оптимального решения и его реализации, что оказывает негативное влияние на функциональное состояние человека.

Говоря о функциональных состояниях, необходимо подчеркнуть, что существующие в настоящее время представления о центральных механизмах их функционирования и развития получили детальное научное обоснование в отечественной физиологической школе, в трудах И.М. Сеченова, И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, А.А. Ухтомского, Л.А. Орбели, П.К. Анохина, В.И. Медведева

Состояния человека исследуются разными науками, поэтому существуют психологические, медицинские и другие взгляды на целостное состояние человека. Так, медики говорят о состоянии здоровья человека, политологи — о состояниях его политической активности, психологи — о психическом состоянии человека.

Инженерная психология изучает функциональные состояния оператора, то есть состояния, которые возникают в процессе трудовой деятельности и обусловлены воздействием процесса труда и условий, в которых он протекает, на работающего человека. Более конкретно под функциональным состоянием оператора понимается интегративная характеристика состояния человека с точки зрения эффективности выполняемой им деятельности и задействованных в ее реализации систем организма по критериям надежности и внутренней цены деятельности. В отличие от других наук (физиологии, медицины и др.) в инженерной психологии функциональное состояние оператора анализируется на уровне работающего человека.

В общетеоретическом понимании развитие механизмов формирования функциональных состояний возможно с использованием принципов системного подхода на основе теории функциональных систем, созданной П.К. Анохиным и сформулированной им в 1935 году. Согласно этой теории, целостный организм представляет собой иерархию множества функциональных систем как одновременно, так и последовательно взаимодействующих. В основе иерархического взаимодействия различных функциональных систем находится принцип доминанты. В каждый данный момент времени жизнедеятельности организма доминирует ведущая функциональная система, а остальные выстраиваются по отношению к ней в соподчиненном порядке.

Под функциональной системой понимается саморегулирующаяся организация, избирательно объединяющая ЦНС и периферические органы и ткани в целях достижения полезного для организма приспособительного результата. При этом системообразующим фактором любой функциональной системы является конечный приспособительный результат.

Каждая функциональная система вне зависимости от сложности ее организации имеет однотипную центральную архитектуру (организацию) и включает следующие узловые стадии: афферентного синтеза, принятия решения, акцептора результата действия, эфферентного синтеза и оценки достигнутого результата.

Исходной стадией любой функциональной системы является стадия афферентного синтеза. На этой стадии в ЦНС осуществляется синтез возбуждений, обусловленных следующими четырьмя компонентами:

- 1) доминирующей на данный момент мотивацией;

2) обстановочной афферентацией (воздействие на организм совокупности внешних факторов, составляющих конкретную обстановку, на фоне которой разворачивается приспособительная деятельность);

3) пусковой афферентацией (реализация уже сформированной предпусковой интеграции возбуждений в поведенческий акт);

4) памятью.

Афферентный синтез обеспечивает постановку цели, достижению которой и будет посвящена вся дальнейшая логика системы.

Стадия афферентного синтеза завершается стадией принятия решения, которая по своей физиологической сути означает ограничение степеней свободы деятельности функциональной системы и выбор единственной линии эффективного действия, направленного на удовлетворение ведущей потребности организма.

Следующей стадией функциональной системы является *акцептор результата действия*. На этой стадии происходит программирование основных параметров потребного результата и на основе обратной афферентации о достигнутых параметрах реального результата осуществляется их постоянное сопоставление, сравнение и оценка. Активность функциональной системы снижается, если достигнутый результат удовлетворяет исходную потребность организма. Если не удовлетворяет, то на основе ориентировочно-исследовательской реакции производится необходимая коррекция, перестраивается афферентный синтез, принимается новое решение, формируется новый акцептор результата действия с новой программой и деятельность функциональной системы продолжается.

Стадия эфферентного синтеза также начинается сразу после стадии принятия решения и представляет комплекс возбуждений в ЦНС и периферических аппаратах. Стадия состоит из программы действия, эфферентного возбуждения и заканчивается действием.

Как отдельную можно выделить *стадию оценки достигнутого результата*. Она начинается непосредственно после совершения действия, параметры о результатах которого с помощью обратной афферентации анализируются акцептором результата действия.

По своей архитектонике каждая функциональная система представляет циклическую, замкнутую саморегулирующуюся организацию. По принципу саморегуляции выделяют функциональные системы с внутренними, генетически детерминированными механизмами саморегуляции. Полезные приспособительные для организма результаты деятельности этих функциональных систем обеспечиваются автономными, неконтролируемыми произвольно механизмами (например, функциональные системы, определяющие оптимальные для метаболизма уровни массы крови, форменных элементов, кровяного давления). Другие функциональные системы (например, дыхания), наряду с внутренним, имеют относительно активный внешний механизм саморегуляции.

В третью группу выделяют функциональные системы с активным внешним звеном саморегуляции.

Функционирование этих систем в большой степени определяется психической и поведенческой деятельностью человека. Такие функциональные системы формируются во время производственной деятельности человека, в частности, в процессе операторской деятельности.

Функциональные системы строятся на основе текущих потребностей организма. Внутри каждой функциональной системы имеется возможность широкой взаимозаменяемости, взаимокompенсации эффлекторных механизмов. При выходе из строя одного или нескольких компонентов функциональной системы обеспечение конечного результата может быть осуществлено другими, входящими в нее компонентами. Включение отдельных органов в функциональные системы происходит по принципу взаимодействия. Каждый элемент функциональной системы не просто пассивно в нее включается, а активно способствует достижению полезного приспособительного результата. Так, например, в функциональную систему, обеспечивающую оптимальный для метаболизма уровень температуры тела,

включаются легкие, почки, потовые железы, желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистая система, нервная система и железы внутренней секреции.

Отклонение результата деятельности функциональной системы от уровня, обеспечивающего нормальный метаболизм (жизнедеятельность) организма, вызывает мобилизацию элементов системы, должных обеспечить восстановление оптимального уровня данного результата. Результаты деятельности гомеостатических функциональных систем можно рассматривать как константы внутренней среды организма, такие как уровень артериального давления, pH крови, осмотическое давление и т.д.

Из этого следует, что гомеостаз целого организма как постоянство его внутренней среды определяется содружественной и согласованной саморегулирующейся деятельностью различных функциональных систем. Функциональная система гомеостаза в целом представляет собой функциональную систему высшего порядка, организующую взаимодействие совокупности функциональных систем, полезными приспособительными результатами деятельности которых служит поддержание на необходимом организму уровне отдельных, но взаимосвязанных показателей внутренней среды.

Функциональное состояние – это системный ответ организма, обеспечивающий его адекватность требованиям деятельности, поэтому главным содержанием функционального состояния является характер интеграции функций и особенно – регулирующих механизмов. Анализ функционального состояния как системной реакции включает в себя физиологические, психологические и социально-психологические оценки. Первые будут характеризовать человека как организм, вторые – как личность, третьи – как члена коллектива. *Функциональные системы различной степени сложности являются составными элементами функционального состояния человека-оператора.*

Исходным понятием для анализа функциональных состояний является т.н. фоновое состояние, то есть состояние вне деятельности, предшествующее деятельности. В нем можно выделить состояние покоя (спокойное бодрствование) и состояние оперативного покоя (мобилизационная готовность). Оперативный покой направлен на решение конкретной задачи, проявляется в избирательном повышении в будущем уровня активации задействованных систем организма до оптимальных (средних) значений. Теория активации является психофизиологической основой изучения функциональных состояний. В соответствии с ней возрастание активации влечет за собой переход на более высокую ступень по шкале бодрствования. Однако эта зависимость, известная как закон Йеркса-Додсона, возрастает лишь до определенного предела, а затем падает. Это свидетельствует о наличии оптимальных зон уровня активации для выполнения разных задач).

При включении оператора в трудовую деятельность, состояние оперативного покоя сменяется состоянием адекватной мобилизации. Состояние адекватной мобилизации характеризуется полным соответствием степени напряжения функциональных возможностей человека требованиям, предъявляемым конкретными условиями. Эти требования определяются эмпирическим или расчетным путем, исходя из имеющихся знаний о механизмах функционирования организма и структуры рабочего процесса.

Классификация функциональных состояний

Под функциональным состоянием понимается интегральный комплекс наличных характеристик тех функций и качеств человека, которые прямо или косвенно обуславливают выполнение трудовой деятельности (Медведев В.И., 1983). Из определения следует, что термин «функциональное состояние» может использоваться применительно к анализу состояния человека в процессе его жизнедеятельности. Под функциональным состоянием человека понимается совокупность наличных характеристик тех функций и качеств, которые обуславливают успешность профессиональной деятельности.

Понятие функционального состояния предполагает его соотнесенность с понятием «человек-оператор», а значит и тесную связь с эффективностью деятельности. Под эффективностью деятельности понимается оптимальность использования внутренних средств деятельности, обеспечивающих полноценное решение задачи при минимальных затратах.

Общую характеристику функциональных состояний человека, развивающихся в процессе летной деятельности, можно осуществлять с помощью двух основных критериев: надежности и цены деятельности.

Под *надежностью* понимается вероятность выполнения поставленных задач профессиональной деятельности в заданных параметрах.

Цена деятельности – это величина физиологических и психофизиологических затрат, обеспечивающих выполнение работы на заданном уровне.

На основании указанных критериев все функциональные состояния делятся на два класса: допустимые и недопустимые. Вопрос о принадлежности к тому или иному классу решается индивидуально в каждом конкретном случае. Нельзя считать состояние утомления недопустимым, хотя оно приводит к снижению эффективности деятельности и является следствием истощения психофизиологических резервов. Недопустимой является такая выраженность утомления, при которой эффективность деятельности выходит за нижние границы заданных параметров (оценка по критерию цены деятельности).

Используя данные критерии, а также учитывая степень напряжения регуляторных механизмов гомеостаза выделяют нормальные, патологические и пограничные функциональные состояния. В этой классификации необходимо учитывать такие категории, как здоровье и болезнь.

Здоровье – это процесс сохранения и развития физиологических, биологических и психических функций, оптимальной трудовой и социальной активности при максимальной продолжительности активной творческой жизни (Казначеев А.В., 1975). То есть, здоровье – это состояние, основным признаком которого является соответствие физиологических систем предъявляемым к ним требованиям. Когда же требования к физиологическим системам превышают их резервные возможности, появляются условия для поломки действующих адаптивных механизмов, утраты пластичности функциональных систем, то есть развивается болезнь.

Исходя из выше сказанного, к нормальным функциональным состояниям относятся те, при которых сохраняется заданный уровень деятельности, а ее психофизиологическая цена не превышает возможностей гомеостаза. При патологических функциональных состояниях необходимая надежность деятельности не обеспечивается, а ее цена превышает возможности гомеостаза.

Пограничные функциональные состояния характеризуются снижением надежности деятельности или неадекватностью ее цены параметрам гомеостаза. Эти состояния являются по своей сути промежуточными, переходными, иначе говоря – донологическими (предболезненными). В основе формирования и развития пограничных функциональных состояний лежат нарушения деятельности регуляторных механизмов, которые длительное время могут не отражаться на состоянии здоровья и работоспособности.

В этой связи пограничные состояния могут быть допустимыми и недопустимыми. Если работоспособность снижается в допустимых пределах, а цена деятельности адекватна параметрам гомеостаза, то это состояние считается допустимым. Функциональное состояние, при котором надежность деятельности ниже заданных границ или ее психофизиологическая цена неадекватна параметрам гомеостаза, следует относить к недопустимым.

На основании критерия адекватности ответной реакции организма все состояния можно разделить на две группы – состояния адекватной мобилизации и состояния динамического рассогласования. Состояния адекватной мобилизации характеризуются полным соответствием степени напряжения функциональных систем организма требованиям, предъявляемым конкретной деятельностью. Это состояние может нарушаться под влиянием самых различных

причин: продолжительности деятельности, ее повышенной интенсивности, развивающегося утомления и т.д. В этом случае возникают новые функциональные состояния динамического рассогласования, при которых ответная реакция организма неадекватна нагрузке, или требуемые психофизиологические затраты превышают возможности организма.

Описанные классификации являются общими для физиологии труда, внутри них могут быть охарактеризованы практически все функциональные состояния работающего человека. Среди возможных функциональных состояний характерных для операторов, наибольшее практическое значение имеют следующие состояния: оперативного покоя, нервно-эмоционального напряжения, функционального комфорта, эмоциональной напряженности, монотонии, утомления, хронического утомления, переутомления. Поэтому в качестве видов функциональных состояний выделяют именно их.

Состояние оперативного покоя. Это функциональное состояние готовности к деятельности, его иногда называют предстартовым. В зависимости от сложности предстоящей деятельности, опытности человека-оператора, его мотивации, исходного функционального состояния и других причин, выраженность этого состояния может быть различной.

Нужно уточнить, что слишком раннее и выраженное предстартовое состояние из положительного фактора превращается в отрицательный, так как в этом случае к началу деятельности у оператора начинают появляться признаки утомления. Раннему и выраженному этому состоянию способствуют следующие причины:

1. Неуверенность в своих возможностях (отсутствие должного опыта, навыков). В этом случае состояние оперативного покоя начинает формироваться за 1,5-2 часа до начала деятельности.
2. Низкая эмоционально-волевая устойчивость оператора.
3. Отклонения в состоянии здоровья.

Состояние нервно-эмоционального напряжения. Нервно-эмоциональное напряжение – функциональное состояние, возникающее в процессе деятельности, при которой доминирует эмоциональный компонент, придающий повышенную оценку всем иди каким-либо элементам деятельности. Оно присуще для тех видов деятельности, где велика опасность, либо очень высока ответственность.

Состояние функционального комфорта. Функциональный комфорт – это такое функциональное состояние человека, которое характеризуется положительным эмоциональным отношением к выполняемой деятельности, оптимальным состоянием и взаимодействием всех звеньев системного ответа организма на требования деятельности и обеспечивает постоянно высокий уровень работоспособности. При этом состоянии достигается соответствие средств и условий труда функциональным возможностям человека. Состояние функционального комфорта способствует такой активации и мобилизации психофизиологических функций человека, которая не ведет их к быстрому истощению, а наоборот, обеспечивает их длительное сохранение и развитие. Сформировавшиеся функциональные системы работают эффективно и согласованно, активация регуляторных механизмов оптимальна, работоспособность высока.

Функциональный комфорт является разновидностью состояния адекватной мобилизации и представляет собой функциональное состояние человека, занятого трудовым процессом, при котором достигнуто соответствие средств и условий труда функциональным возможностям человека и наблюдается его положительное отношение к работе. Это обуславливает адекватную мобилизацию психофизиологических процессов, отдалает развитие утомления, способствует длительной работоспособности без ущерба для здоровья. Психофизиологическим обоснованием функционального комфорта служит продуктивная напряженность, когда при минимальных энергозатратах организма и при высокой результативности деятельности обеспечивается длительная работоспособность человека.

В эмоциональном аспекте в проблеме функционального комфорта ведущую роль играет удовлетворенность трудом, компонентами которой является отношение к цели, содержанию,

процессу и условиям деятельности. Высокая субъективная оценка цели должна сочетаться в структуре показателя удовлетворенности трудом с высокими оценками всех остальных компонентов. Функциональный комфорт — активное состояние, характеризующееся мобилизацией нервных и психических функций человека, которое способствует их длительному сохранению и развитию. Это состояние всегда направлено на реализацию цели деятельности, а не на уход от нее. Показатели функционального комфорта группируются внутри определенной зоны и варьируют в зависимости от индивидуальных способностей человека и вида деятельности; оценка уровня функционального комфорта проводится с помощью психофизиологических исследований с целью определения оптимальной моторной и сенсорной нагрузки, которая обеспечивает это состояние. Эмоциональный компонент функционального комфорта определяется с помощью субъективных методов.

В тех случаях, когда уровень активации (предъявляемые к организму требования) превышают его физиологические возможности, состояние адекватной мобилизации переходит в состояние динамического рассогласования. Оно характеризуется тем, что ответ организма неадекватен нагрузке или требуемые психофизиологические затраты превышает актуальные возможности человека. Состояние адекватной мобилизации является допустимым для деятельности человека, состояние динамического рассогласования - неблагоприятным и ведет к снижению уровня работоспособности. При частом его повторении динамическое рассогласование является предпосылкой для возникновения патологических состояний.

Эмоциональная напряженность. В процессе деятельности у оператора могут возникать ситуации, когда нервно-эмоциональное напряжение чрезмерно возрастает. В результате формируется особое функциональное состояние – эмоциональная напряженность (эмоциональный стресс), которое характеризуется:

- временным понижением устойчивости психических и психомоторных (двигательных) функций;
- выраженными вегетативными реакциями;
- снижением профессиональной работоспособности.

Факторы, способствующие формированию состояния эмоциональной напряженности, могут быть объединены в 4 группы:

1. Несоответствие знаний, умений и навыков предъявляемым к оператору требованиям (поэтому напряженность чаще встречается на этапах обучения).
2. Неблагоприятные индивидуально-психологические качества оператора (профессионально важные качества не полностью соответствуют требованиям, предъявляемым летной деятельностью).
3. Отклонения в состоянии здоровья.

Проявления эмоциональной напряженности можно условно разделить на три группы:

Эмоционально-моторные нарушения проявляются в общей скованности, «одеревенелости» или, наоборот, суетливости, неправильной напряженной позе; в зажиме рычагов управления и несоразмерных усилиях, прилагаемых к органам управления; в расстройстве координации движения.

Эмоционально сенсорные нарушения выражаются в замедлении процессов восприятия; увеличении латентного периода анализаторных систем; в снижении мышечного чувства.

Эмоционально-интеллектуальные нарушения проявляются в замедлении мышления и снижении его критичности; в появлении немотивированных действий; в снижении памяти, вплоть до забывания самых простых инструкций.

Все эти нарушения сопровождаются выраженными вегетативными реакциями и приводят к значительному снижению профессиональной работоспособности.

По степени выраженности эмоциональная напряженность оператора может колебаться в широких пределах: от кратковременной, носящей ситуационный характер, вплоть до резко выраженной и длительной. не исчезающей, несмотря на активные врачебно-педагогические меры.

Состояние эмоциональной напряженности – это пограничное функциональное состояние, которое может привести к развитию у оператора психической и психосоматической патологии. Так, по данным А.И. Вайсмана (1985), практически у всех водителей-дальнобойщиков в конце маршрута отмечаются выраженные проявления эмоциональной напряженности. Все это (со временем) в 70% случаев является причиной заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Монотония. Это особое функциональное состояние, возникающее в процессе монотонной работы на фоне комплексного действия комбинации факторов.

Субъективными проявлениями состояния монотонии являются скука, апатия, притупление внимания, искажение чувства времени, флуктуация функции бдительности, сонливость, раздражительность, вялость, чувство усталости и т.д.

На фоне монотонии у многих операторов периодически развиваются так называемые трудные психические состояния – дремотные состояния и состояния кратковременной психической оглушенности.

Начальной стадией развития дремотного состояния, например, у водителей, является общее снижение уровня бодрствования, сопровождающееся замедлением процессов восприятия и переработки приборной информации, а также снижением скорости двигательных реакций. За этим могут следовать моменты выраженного снижения бдительности, а иногда и кратковременные провалы в сонное состояние, вплоть до развития тормозных (гипнотических) фаз. Развивающиеся в дремотных состояниях гипнотические фазы способствуют яркости и красочности иллюзорных и галлюцинаторных образов.

Значительное влияние на самочувствие и работоспособность оператора в длительном полете оказывает дискомфорт, вызываемый пребыванием в неудобной рабочей позе. Болезненность в первую очередь появляется в области ягодиц и поясницы, затем в области бедер. Начиная с 5-го часа полета, боли распространяются на область спины, а к 10-13 ч – на область шеи, плеч, голеней и стоп, захватывая все основные мышечные группы тела.

Длительное пребывание в вынужденной позе вызывает снижение тонуса мышечной системы и уменьшение объема циркулирующей крови в результате ее депонирования в сосудах нижних конечностей и области малого таза и, как следствие – снижение переносимости летчиком пилотажных перегрузок (как по времени переносимости, так и по максимальному их значению).

Внутри рассмотренных двух видов состояний могут быть охарактеризованы практически все известные виды функциональных состояний оператора. Их число достаточно велико и охарактеризовать все их сразу не представляется возможным.

Все состояния могут быть разбиты на два вида — *состояния благоприятные и неблагоприятные* для выполнения данной деятельности. В первом случае реакция организма на возникающие условия работы носит характер адекватной мобилизации, то есть изменения в состоянии оператора являются закономерной реакцией на действие данных факторов и обуславливают нормальную эффективность его работы. Во втором случае изменения в состоянии оператора выходят за пределы установленной нормы. Такая реакция организма сопровождается выраженными нарушениями работоспособности человека.

Наиболее существенным из благоприятных состояний является в общем случае *состояние оптимальной работоспособности*. Наиболее характерными для деятельности оператора его частными случаями являются состояния внимания и готовности к экстренному действию.

Состояние готовности необходимо для операторов, работающих в режиме ожидания. Такой режим является наиболее важным для современного высокоавтоматизированного производства. При нормальном протекании производственного процесса оператор находится в состоянии оперативного покоя и лишь следит за работой автоматики. В то же время он постоянно должен быть готовым к активной работе по устранению отклонений производственного процесса от нормы. Состояние готовности является необходимым также для многих водительских профессий. В конечном итоге это состояние определяет поддержание на требуемом уровне способности реагирования на неожиданный сигнал.

Одним из показателей состояния готовности является коэффициент рабочей установки, определяемый по формуле

$$K_{py} = \frac{\bar{\tau}_{cp}}{\tau_{оп}}$$

где $\bar{\tau}_{cp}$ - среднее значение времени реакции;

τ_{cp} - время реакции в данный момент работы (вычисляется по серии измерений).

Величина K_{py} , как правило, меньше единицы и изменяется на протяжении рабочего дня. При нормальном состоянии его значения лежат обычно в пределах от 0,45 до 0,65.

Для операторов-наблюдателей состояние оптимальной работоспособности проявляется в степени внимания, с которым он следит за ходом производственного процесса. Непрерывно наблюдая за показаниями многих приборов, оператор должен обнаружить те или иные отклонения от нормы. Потеря внимания ведет к пропуску аварийного сигнала. Аналогичная ситуация характерна также для деятельности операторов ЭВМ, операторов РЛС, радиостов-операторов и др.

Состояние внимания можно определить, как избирательную готовность мозга к определенным реакциям на строго определенные сигналы. Это состояние характеризуется:

- торможением (блокированием) каналов поступающей в мозг сигнализации, за исключением того канала, по которому ожидаются или поступают наиболее значимые в данный момент сигналы;

- повышением чувствительности анализатора значимых сигналов;

- повышением готовности исполнительного аппарата к реакциям на эти сигналы, что проявляется в укорочении времени реакции на них.

К числу неблагоприятных состояний операторов относятся *утомление и эмоциональная напряженность*. Контроль этих состояний может дать дополнительный материал для оценки деятельности оператора. Наличие этих состояний (несмотря на то, что оператор волевым усилием, мобилизацией резервных возможностей может поддерживать высокий уровень результативности) свидетельствует либо о его недостаточной подготовленности, либо о нарушениях режима труда и отдыха. Характеристика этих состояний будет дана ниже.

Помимо приведенной классификации, функциональные состояния различают также по таким основаниям: с точки зрения опасности для здоровья — опасные и безопасные; с точки зрения цены деятельности и вызываемой ею степени истощения организма — нормальные, пограничные и патологические (последнее является предметом изучения медицины); с точки зрения проявления работоспособности — устойчивая работоспособность, неустойчивая работоспособность; с точки зрения проявления напряженности — оперативная (операционная) или психическая напряженность; с точки зрения напряженности (тяжести) труда — первой, второй, третьей, четвертой степени тяжести.

Особо следует выделить экстремальные состояния, которые возникают под влиянием воздействия экстремальных условий обстановки. Здесь выделяют две основных ситуации. Первая из них сводится к тому, что существует такая интенсивность внешних условий, которая при определенном времени воздействия вызывает обязательное ухудшение параметров, по которым оценивается состояние человека. Вторая ситуация в отличие от первой состоит в том, что физическая характеристика условий не имеет ведущего значения, а главным становятся их информационно-семантические характеристики. Общим для этих ситуаций является то, что под их влиянием состояние человека переходит в режим динамического рассогласования.

Реакции человека в экстремальных условиях могут иметь адекватную форму реакции, либо протекать в форме реакции тревоги. Основным содержанием адекватности формы являются специфические реакции организма, направленные на устранение или преодоление влияния экстремальных факторов и на решение стоящих поведенческих задач. Реакция тревоги

характеризуется относительно малой связью со спецификой экстремального фактора. Она направлена прежде всего на сохранение функционирования организма и в значительно меньшей степени на сохранность структуры трудовой деятельности. Сознательный контроль за поведенческими реакциями ослаблен, в крайнем случае наблюдаются бессознательные поведенческие акты типа паники.

Для оценки функциональных состояний используются различные показатели: поведенческие (поза, мимика, характер общения с другими людьми), физиологические (реакции сердечно-сосудистой, дыхательной, центральной нервной систем, изменения биопотенциалов сердца, мозга, неработающих мышц, сопротивления кожи и др.), психологические (показатели внимания, восприятия, памяти, мышления, психомоторики и т.д.), биохимические (обмен веществ, эндокринные и ферментные реакции), субъективные (самооценка состояния).

Даже перечисление разноуровневых показателей функционального состояния подчеркивает сложность интегральной оценки состояния человека-оператора в процессе деятельности. Функциональные состояния оператора формируются из его начального, «фонового» (до начала деятельности) состояния в процессе деятельности и являются одним из результатов деятельности. Системный характер сдвигов функциональных состояний, развивающихся у человека в процессе целесообразной деятельности, является следствием системной организации различных функциональных систем, включенных в эту деятельность. Отдельные функциональные системы организма (ЦНС, сердечно-сосудистая, дыхательная и др.) в процессе труда человека-оператора объединяются в единую функциональную систему психической деятельности, которая обеспечивает получение двух видов целей: биологической — выживание человека (эта цель обеспечивается иной функциональной системой вне операторской деятельности, соответствует «фоновому» состоянию) и социально-психологической — достижение результата операторской деятельности.

С этой точки зрения функциональные состояния человека следует рассматривать как координированный целью деятельности качественно своеобразный ответ функциональных систем разных уровней на внешние и внутренние воздействия, возникающие в процессе деятельности. Характер связей, организации этих отдельных систем зависят от вида и цели деятельности, от фонового состояния человека-оператора.

Поэтому функциональные состояния оператора невозможно представить в виде простого изменения в функционировании той или иной системы организма или даже их набором. Поскольку функциональное состояние человека-оператора формируется в процессе регуляции деятельности и является результатом координированного указанными целями взаимодействия и взаимодействия функциональных систем разных уровней, то каждое функциональное состояние характеризуется не константными показателями (постоянными по времени), а определенным типом их динамики в рамках оптимальной организации. В диагностических целях главное значение имеет информация об основных тенденциях в характере изменения регистрируемых показателей, а не их абсолютные значения.

Основная особенность изменения рассмотренных выше показателей — это их качественно неоднозначные в ряде случаев ответы на воздействие различных внешних стимулов. Поэтому, как уже подчеркивалось, уверенно определить функциональное состояние оператора можно лишь по одновременным измерениям нескольких показателей. Они образуют симптомокомплекс показателей, а метод их анализа носит название полиэффекторного. Выбор конкретных показателей, входящих в состав симптомокомплекса, определяется спецификой изучаемой деятельности. Общие рекомендации сводятся к тому, чтобы в его состав входили показатели, характеризующие каждый из трех основных частных комплексов — психомоторный (двигательная активность человека), нейродинамический (динамика нервных процессов), вегетативный (протекание процессов обмена).

Для оценки функционального состояния по нескольким параметрам (симптомокомплексу) следует использовать методы теории распознавания образов и ситуационного управления. Задача сводится к определению, к какому из двух классов

(соответствующих или не соответствующих исследуемому состоянию) относится распознаваемый объект (функциональное состояние оператора) на основании полученных показателей. При этом состояние оператора рассматривается как сложный многокомпонентный образ в некотором N-мерном пространстве.

Таблица 1.

Практические состояния человека-оператора

Функциональное состояние	Осознание цели	Достаточность средств	Очевидность результатов
Функциональный комфорт	+	+	+
Психическая напряженность	+	-	+
Психическое утомление	+	+	-
Отсутствие мотивации	-	+	+
Эмоциональный стресс	+	-	-
Монотония	-	+	-
Тревожность	-	-	+
Индифферентное состояние	-	-	-

В идеальном случае человек-оператор располагает всем необходимым (цель – средство – результат) для успешного выполнения своих функций и находится в состоянии функционального комфорта (табл. 1).

В большинстве же случаев он вынужден:

1. Самостоятельно формулировать конкретную цель своих действий в данных условиях, находить ее в должностных или технических инструкциях, получать ее от руководителей, лично принимать ответственные решения;
2. Вести самостоятельный поиск средств деятельности, или реконструировать имеющиеся оборудование, знания, информацию применительно к обстановке;
3. Добиваться положительного результата сколь угодно долго, прилагая для этого большие усилия, работать в условиях дефицита информации об итогах своей работы и даже о назначении своих действий.

Разнообразные ситуации, которые возникают в этих условиях, предопределяют развитие соответствующих практических состояний (табл. 1).

Состояние психической напряженности вызывается чрезмерной величиной психических усилий, необходимых человеку для решения поставленных перед ним задач. Это состояние возникает в сложных условиях деятельности, когда оператору известны цели его деятельности и результат, которого он должен достигнуть, но он не готов к немедленной работе и испытывает дефицит средств: информации, условий, оборудования и т.д.

Состояние психического утомления развивается в процессе работы человека-оператора, если он произвел чрезмерные затраты. Это означает, что он имел ясно сформулированную цель деятельности, располагал всем необходимым для выполнения, но получение результата требовало продолжительной работы. Состояние ожидания результата вызывает психическое утомление.

Состояние отсутствия или пониженной мотивации встречается довольно часто. В таких условиях деятельность не имеет внутреннего побуждающего мотива, а цель работы привносится извне в форме принуждения. Оператор при этом обеспечен всеми необходимыми средствами деятельности и, следуя требованиям, более или менее легко получает результат. Но его работоспособность неуклонно снижается, наблюдаются нежелательные функциональные сдвиги, напоминающие симптомы усталости.

Состояние эмоционального стресса человек испытывает практически только в особых экстремальных ситуациях. При этом сущность эмоционального стресса заключается в том, что цели деятельности четко сформулированы, но оператор оказывается лишен средств получения результата, и итог развития событий практически не зависит от человека. Неспособность человека-оператора обеспечить безопасность окружающих людей и свою собственную, неотвратимость неудачи, беспомощность служат причиной возникновения эмоционального стресса.

Состояние монотонии – наиболее распространенное состояние человека во многих областях трудовой деятельности. Особенности современного производства: работа на конвейере, чрезвычайная сложность производимой продукции - зачастую приводят к тому, что оператор отделен от действительных целей своего труда и не знает результатов своих трудовых затрат. Ему предоставлены только средства деятельности: исходные материалы, оборудование, технологии, алгоритм работы. Изолированность от целей и результатов труда, отсутствие удовлетворения от воплощения своих усилий приводят к возникновению и развитию монотонии.

Тревожность следует рассматривать не только как одно из свойств личности, но и как продукт условий, сложившихся в трудовой деятельности. Состояние тревожности часто встречается у рабочих, служащих, людей опасных профессий. Объяснить его возникновение можно тем, что ни в одном виде деятельности не удается регламентировать служебные обязанности, отношения, технологический процесс до такой степени, чтобы полностью исключить элементы неопределенности. Оператора весьма часто преследует предчувствие неудачи в труде из-за неясно сформулированной цели поведения в конкретной ситуации и недостаточной ориентации в средствах ее разрешения. В этом заключается причина развития состояния тревожности.

Индифферентное состояние свойственно человеку, совершенно не включенному заинтересованно в производственную ситуацию: ему не известны ни цель системы, в которой он оказался, ни список средств, которые эта система использует ради достижения неизвестного ему результата.

Второй способ анализа условий труда человека-оператора характеризуется степенью готовности его к активным действиям в ситуации с точки зрения:

- ее предвосхищения или внезапности;
- обладания рациональным алгоритмом ее разрешения.

Отражением степени готовности оператора к действиям и являются отрицательные практические состояния.

Зачастую работник может располагать готовыми, рациональными алгоритмами ситуаций, способами их интеллектуального логического анализа и принятия решения на их основе. Но в некоторых случаях он не имеет рационального объяснения происходящему, поэтому не может найти адекватную модель поведения и реагирует на ситуацию эмоционально: испытывает страх, подавленность, ожидает неотвратимых неприятностей, неудач и т.д.

Внезапная, неожиданная ситуация при условии, когда работник может реагировать на нее только эмоционально, вызывает эмоциональный стресс. Если же человек-оператор понимает ситуацию и знает способы ее разрешения, то усилия, необходимые для их реализации в экстремальных условиях, продуцируют состояние психической напряженности. Стандартная ситуация, разрешаемая стереотипной реакцией, требует от человека-оператора минимальных усилий и при длительной работе приводит к состоянию монотонии или отсутствия мотивации.

Длительно ожидаемая, предвосхищаемая и приближаемая усилиями оператора ситуация продуцирует психическое утомление в том случае, если он владеет необходимыми способами деятельности и длительное время их реализует. Если же ситуация предвосхищается человеком, но он ожидает наступления нежелательного события, не зная, как можно что-нибудь изменить, то развивается состояние тревожности.

Классификация практических состояний позволяет диагностировать их по условиям деятельности человека-оператора, а также прогнозировать эти состояния и управлять ими.

Любая деятельность организма протекает на фоне того или иного функционального состояния, которое определяется активностью мозговых структур и зависит от времени суток, предшествующей деятельности, включенности мотивационных процессов и т.д. Иначе говоря, функциональное состояние - это общий уровень активности организма, влияющий на работоспособность человека, в том числе способность принимать быстрые и верные решения.

Понятие «функциональная диагностика» объединяет различные методы исследования и оценки функций органов и систем организма, которые могут проводиться как в покое (электрокардиография, электроэнцефалография, эхокардиография), так и при нагрузке (велозергометрия и тредмилл-тест, чрезпищеводная электрокардиостимуляция, дыхательный тест при электроэнцефалографии и другие).

Для оценки функционального состояния человека используют *два подхода*:

1. *Полипараметрический*. Включает в себя исследование различных показателей, таких как вегетативные, соматические и психические функции.

2. *Монопараметрический*. Основан на использовании одного показателя, например, вариативности частоты сердечных сокращений, динамики кровенаполнения подкожных сосудов, интенсивности инфракрасного излучения кожи и др.

В обоих случаях оценивается интеграция функций в организме, что позволяет определить слаженность и качество взаимодействия всех частей целостной системы.

К главным показателям жизненно важных функций относятся:

- температура тела;
- частота сердечных сокращений или пульс;
- частота дыхания;
- артериальное давление.

Ведущим показателем функционального состояния организма является *физическая работоспособность*, или готовность производить физическую работу. Физическая работоспособность – способность поддерживать заданный темп и интенсивность физической усилий,

Физическая работоспособность - это потенциальная способность человека выполнять работу определённого характера и вида в заданных режимах внешних условий.

Уровень физической работоспособности является результатом процесса адаптации организма к физическим нагрузкам.

Физическая работоспособность — это комплексное понятие, обусловленное рядом факторов, среди которых основное значение имеют уровень физического развития, состояние здоровья, масса тела, мощность, емкость и производительность энергетических процессов, состояние нейромышечного аппарата, психическое состояние, мотивация. Значимость этих факторов в процессе работы определяется ее характером, видом, интенсивностью и продолжительностью.

Уровень работоспособности зависит от:

- индивидуальных особенностей – психические особенности, состояние здоровья и др.;
- отношений в коллективе, наличия положительного отношения, поддержки со стороны сотрудников и руководства;
- вида деятельности;
- условий деятельности (оборудование рабочего места);
- полноценности отдыха и режима питания.

Качественной характеристикой физической нагрузки является *уровень двигательной активности*.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение функционального состояния организма.
2. Что понимается под функциональной системой?
3. Что обеспечивает афферентный синтез?
4. Приведите классификацию функциональных состояний?
5. Что понимается под надежностью деятельности оператора?
6. «Цена» деятельности – это... Дайте определение понятию.
7. Чем характеризуются пограничные функциональные состояния?
8. Как Вы можете охарактеризовать состояние оперативного покоя?
9. Состояние функционального комфорта – это...
10. Опишите монотонию как функциональное состояние оператора.
12. Эмоциональная напряженность – это...
13. Дайте пояснение понятию «практические состояния человека-оператора».
14. Чем характеризуется индифферентное состояние оператора?

Тема 8. Эмоциональные состояния и утомление оператора

Эмоциональными называются состояния, вызванные переживанием человеком его отношения к внешнему миру и самому себе и характеризующиеся изменениями количественных и качественных параметров ответов на сигналы внешней среды. Эмоциональные состояния тесно связаны с индивидуальной семантической значимостью поступающей к человеку информации и являются как бы коррекцией, вносимой человеком в ответ, определяемой информационной структурой раздражителя. Например, можно установить закономерное усиление эмоциональных состояний по мере возрастания цены решения. Показано, что при фиксированной цене решения имеется связь степени эмоции от величины энтропии, остающейся к моменту необходимой выдачи решения. В соответствии с информационной теорией эмоций, в данной ситуации имеет место недостаточность информации как эмоциогенный фактор.

Основными видами эмоциональных состояний являются эмоциональное возбуждение, эмоциональное напряжение и эмоциональная напряженность, высшей формой которой является эмоциональный стресс. Эти три вида эмоциональных состояний характеризуют соответственно состояния оперативного покоя, адекватной мобилизации и динамического рассогласования.

Под эмоциональным возбуждением понимают состояние, характеризующееся активацией различных функций организма, повышением готовности к различным неожиданным действиям в ответ на эмоциогенные факторы, но преимущественно вне связи с какими-либо целенаправленными волевыми актами.

Под эмоциональным напряжением понимают состояние, характеризующееся активацией различных функций организма в связи с конкретными волевыми актами, с выполнением активной целенаправленной деятельности или подготовкой к ней, а также с ожиданием какой-либо опасности.

Стресс (повышенная напряженность) — эмоциональное состояние, характеризующееся временным понижением устойчивости различных психических функций (памяти, внимания и др.), координации движений и работоспособности. Стресс является весьма неблагоприятным состоянием, особенно для оператора.

В эмоциональном напряжении исключительное значение принадлежит его психическим компонентам. Это, в частности, подтверждается тем обстоятельством, что напряжение возникает у человека при попадании в трудные, экстремальные условия, возникающие при умственной и эмоциональной перегрузке, при смене стереотипа действий, условий работы, среды обитания, в случае появления реальной или мнимой угрозы для здоровья, или жизни и

зависит от особенностей личности человека, его моральных, интеллектуальных и характерологических качеств.

Эмоциональное напряжение как один из основных видов психических состояний, возникающих в процессе труда, сопровождается мобилизацией нервно-психической деятельности (прежде всего, перестройка анализаторных систем человека), направленной на поддержание тонуса организма и обеспечение оперативной готовности, что необходимо для нормального протекания трудового процесса в данных условиях.

Любая ответственная и опасная ситуация неизбежно вызывает эмоциональное напряжение. В поведении человека появляется общая собранность, повышается бдительность и осторожность, более четкими становятся действия, ускоряются процессы мышления, улучшается концентрация и переключение внимания, укорачивается период ответных реакций, усиливается мышечный тонус, повышается физическая работоспособность и т.д. Происходят сложные вегетативно-соматические и биохимические изменения: увеличивается выделение гормонов, улучшаются показатели сердечнососудистой деятельности, внешнего дыхания и т.п.

Эмоциональное напряжение входит составной частью в сложный комплекс адаптации как приспособительной реакции человека к внешней среде. Оно создает оптимальный уровень для психофизиологических процессов, что способствует наилучшему использованию ресурсов организма в соответствии с требованиями ситуации. Вместе с тем механизм эмоциональной стимуляции имеет предел, превышение которого сопровождается дезинтеграцией физиолого-биохимических процессов, нарушением психической деятельности и поведения человека. Именно превышение этого предела и создает стресс.

Частые длительные отрицательные эмоции могут оказывать неблагоприятное влияние на общее функциональное состояние организма и отрицательно сказываться на состоянии здоровья человека, а также закрепляться в организме по принципу «застойного» состояния.

Состояние эмоционального напряжения операторов может протекать или с преобладанием процессов возбуждения, или с преобладанием тормозных реакций. В соответствии с этим выделяют две формы состояния эмоционального напряжения: возбудимый и тормозной типы. Тормозной тип эмоционального напряжения характеризуется скованностью, однообразной позой, угловатостью и замедленностью движений, резким напряжением мимической мускулатуры, повышенной прикованностью внимания к основному доминирующему объекту с понижением порога восприятия других раздражителей. При этом обследованные операторы не реагировали на слабые раздражители, не замечали действий окружающих.

Возбудимый тип эмоционального напряжения проявляется в гиперреактивности, суетливости, многословности, легкой отвлекаемости внимания, ускоренном течении процессов мышления, быстрой смене решений в сочетании с поверхностной оценкой ситуации. В обращении с окружающими обнаруживаются элементы раздражительности, резкости, обидчивости и настороженности. У некоторых расторможенность протекает в сочетании с неестественной веселостью при отсутствии контакта с окружающими. При работе на пультах управления возбуждение и расторможенность обнаруживались в непредусмотренных по обстановке действиях: при переключении рычагов управления, включении и выключении контрольных приборов, в частой перепроверке своих действий и т.п. Иногда у некоторых операторов состояние возбуждения, отмечавшееся ранее, сменялось заторможенностью, пассивностью и снопоподобным состоянием.

Возбудимые и тормозные формы эмоционального напряжения, как правило, сочетаются с различными вегетативно-сосудистыми реакциями: учащаются сердечные сокращения и дыхание, повышается кровяное давление, изменяется окраска лица (гиперемия, бледность), иногда появляется обильный пот, «гусиная кожа», ощущение сухости слизистых оболочек, жажда, чувство тяжести в области сердца, общая слабость и частые позывы к мочеиспусканию. В необычных и сложных ситуациях эмоциональное напряжение даже у опытных высококвалифицированных операторов иногда может достигать запредельных форм.

Запредельные формы эмоционального напряжения обнаруживаются не только в поведении и поступках, которые приобретают в этот момент автоматический характер и слабо корригируются внешними влияниями, но и в различных степенях изменения психической (интеллектуальной) работоспособности.

Крайние степени запредельных форм эмоционального напряжения по своим проявлениям сходны с картиной нарушения психической деятельности. При этом часто ведущим расстройством является сужение объема внимания и диапазона движений вплоть до полного прекращения всякой деятельности.

К основным причинам, способствующим развитию запредельных форм эмоционального напряжения у операторов, относятся: психологическая неподготовленность к работе (отсутствие волевой установки, слабая тренированность, неуверенность в своих силах и в обслуживаемой технике и т.п.); физическое или психическое утомление различного происхождения, предшествующее выполнению операторской деятельности; необычные условия обитания, отрицательно влияющие на трудовую активность оператора.

Эмоциональное напряжение оператора после выполнения высокоответственной работы, как правило, сопровождается психическим истощением (функциональной астенией) различной выраженности. При этом отмечается слабость процессов возбуждения (однообразие позы, малая подвижность, безразличное отношение к делу и товарищам, пассивность, замедленность мышления и т.п.) или торможения (умеренно выраженное двигательное беспокойство, многословность, отсутствие глубины анализа в оценке событий и т. д.). Этот симптомокомплекс обычно наблюдался в течение 1-3 ч (реже до суток), после чего появлялись жалобы на головные боли, усталость, вялость, апатию, поверхностный сон, иногда с кошмарными сновидениями, нередко операторской тематики. При обследовании отмечалось ухудшение памяти, затруднения в распределении и переключении внимания, ошибки восприятия, эмоциональная неустойчивость. После сна часто имели место жалобы на тяжесть в голове, чувство разбитости, боли в мышцах конечностей. Однако по мере включения в работу ощущение недомогания у большей части операторов проходило, у меньшей отмечалось безразличное отношение к работе, снижение инициативы, медлительность. Особенно резко явления психического истощения обнаруживаются у операторов после запредельных форм эмоционального напряжения. Для ликвидации этого состояния необходим более длительный отдых, а иногда и лечебные процедуры. Причем для операторов с ярко выраженными формами реакции утомления необходимо проведение клинического и психофизиологического обследования.

Эмоциональное напряжение в нормальных формах помогает оператору в решении профессиональных задач, так как при этом происходит мобилизация резервов организма. Длительные и сильные состояния эмоционального напряжения, наоборот, отрицательно сказываются на операторской деятельности (особенно при управлении системами, требующими высокого уровня умственной и двигательной активности), вплоть до появления нервно-эмоционального срыва. Такие резкие изменения состояния оператора в условиях напряженности представляют угрозу надежности системы «человек-машина».

Состояние эмоционального напряжения в экстремальных условиях характеризуется изменением ряда объективных показателей (помимо психических, то есть субъективных): вегетативных, мышечно-двигательных и биохимических.

При состоянии эмоционального напряжения происходят значительные изменения функций вегетативной нервной системы, отражающиеся на сердечно-сосудистой системе, на показателях внешнего дыхания, на кожно-гальванической реакции, потоотделении и т.д. Для объективного изучения эмоционального напряжения оператора в условиях реальной трудовой деятельности могут быть использованы биопотенциалы, генерируемые самыми различными тканями и органами.

Измерение соответствующих биопотенциалов имеет смысл только тогда, когда они хорошо изучены, а их отведение просто и доступно. Вследствие этого наиболее широко используются потенциалы сердца, мозга, скелетных мышц и кожи.

В настоящее время накоплен определенный опыт биологической телеметрии, которая должна найти широкое применение при изучении эмоционального напряжения операторов. Биотелеметрическая система, предназначенная для осуществления надежного и всестороннего медицинского контроля за состоянием основных физиологических функций организма человека, включает в себя: электроды и датчики, необходимые для сбора информации; усилительно-измерительные устройства для преобразования медико-биологических данных в электрические сигналы, пригодные для передачи по радиоканалу; радиоканал, включающий в себя миниатюрный радиопередатчик оператора и приемно-регистрирующую аппаратуру. С помощью биотелеметрической системы можно регистрировать и последовательно передавать несколько медленно изменяющихся параметров по одному радиоканалу (с помощью коммутатора) или одновременно передавать несколько параметров, различающихся по частотному спектру.

Наиболее простым и надежным показателем психической напряженности является повышение напряжения функционирования сердечно-сосудистой системы. Частота сердечных сокращений и артериальное давление хорошо отражают динамику напряженных состояний. Важную роль в учащении сердечных сокращений и повышении систолического давления играет эмоциональный фактор. Уже в период повышенного внимания, ожидания событий, чувства тревоги и т.п. происходит изменение этих показателей. В моменты выраженного эмоционального напряжения частота сердечных сокращений может достигать 170-180 ударов в минуту, а величина систолического давления – 180-190 мм рт. ст. Особую роль играет увеличение вариативности ритма сердечной деятельности. Этот показатель может служить хорошим, критерием эмоционального напряжения оператора.

Опыт радиоэлектрокардиографии показывает, что у здоровых лиц даже при наивысшем эмоциональном напряжении биотоки сердца не обнаруживают сдвигов, сходных с патологическими. Поэтому при клинко-физиологической трактовке радиоэлектрокардиограмм в процессе работы операторов сохраняются обычные критерии.

При эмоциональной напряженности, вызванной дефицитом времени, трудностью выполнения задания, помехами и т.д., частота дыхательных движений возрастает, доходя в отдельных случаях до 40-60 движений в минуту. Причем это учащение, как правило, сопровождается уменьшением глубины дыхания, а также укорочением фазы выдоха относительно фазы вдоха. Наиболее информативными являются следующие показатели: частота дыхательных движений, соотношение глубин вдоха и выдоха, амплитуда дыхательных волн, а также задержки (перебои) дыхания.

Чувствительным показателем вегетативных сдвигов организма оператора, вызываемых эмоциональным напряжением, является кожно-гальваническая реакция (КГР). Процесс потоотделения посредством нервных и гуморальных путей тесным образом связан со многими другими системами организма, и в разнообразных потоотделительных реакциях человека находят отражение не только соотношение между уровнем теплопродукции и условиями охлаждения, но и состояние нервной системы, акклиматизация к внешним условиям и т.д.

Среди других сдвигов вегетативного характера в состоянии эмоциональной напряженности операторов можно наблюдать изменение температуры разных участков кожи (увеличение или понижение в зависимости от характера раздражителя), увеличение количества миганий глаз, измеряемых методом бесконтактной регистрации.

Чувствительным показателем мышечного напряжения является увеличение электрической активности неработающих мышц, выражающейся в амплитудных и частотных изменениях потенциалов, отводимых от мышц шеи, мышц лба и предплечья.

Одной из типичных особенностей эмоционального напряжения является большой разброс данных, получаемых при изучении моторных (и сенсорных) функций. Этот факт позволяет в некоторых случаях дифференцировать состояние утомления и состояния эмоционального напряжения. Например, стойкое увеличение латентного периода двигательной реакции,

возникающее при утомлении, является достаточно точным критерием для разграничения этих состояний.

В состоянии эмоционального напряжения у оператора наблюдается нарушение дозировки усилий. У некоторых это выражается в мышечном напряжении, а у других — в мышечной слабости. В условиях эмоционального возбуждения при дефиците времени происходит изменение дозировки усилия в сторону увеличения, а у эмоционально неустойчивых лиц, кроме того, плавные движения заменяются резкими. Непроизвольное напряжение мышц фиксируется с помощью механических регистраторов и тензодатчиков, смонтированных в рычаги управления.

Применение спектрального анализа записей биоэлектрических потенциалов мозга позволяет установить корреляцию между эмоциональным возбуждением и ритмами коры головного мозга. Запись электроэнцефалограмм при эмоциональном напряжении характеризуется увеличением амплитуды тета-ритма («ритм напряжения») с частотой 4-6 Гц.

Показателями ЭЭГ в настоящее время можно пользоваться только при моделировании эмоций в лабораторных условиях. Снятие биоэлектрических потенциалов в реальных условиях трудовой деятельности операторов затрудняется из-за необходимости экранизации человека, дифференциации тета-ритма от помех, вызываемых мышечным напряжением в состоянии активности.

Утомление оператора

Утомление – это нормальное функциональное состояние человека, возникающее в процессе профессиональной деятельности, характеризующееся изменениями физиологических функций и психического состояния, умеренным снижением работоспособности.

Причины развития утомления можно объединить в три группы факторов. К первой относятся интенсивность и длительность профессиональной нагрузки. Вторая группа включает воздействие на организм оператора факторов профессиональной деятельности. К третьей группе относятся нарушения режима труда и отдыха, предболезненные состояния, вредные привычки и др. Эти факторы сами по себе не вызывают утомление, однако способствуют его развитию.

Отмечается появление чувства усталости к концу работы, вялость, разбитость. Внешне острое утомление у человека может проявляться шаткой походкой, неточными, вялыми движениями, покраснением или побледнением кожи, одышкой, повышенным потоотделением.

При утомлении изменяется регуляция деятельности физиологических систем организма, нарушается устойчивость вегетативных функций, ухудшаются результаты функциональных проб. Наиболее ранним признаком утомления является снижение психофизиологических резервов, которые определяются по способности оператора решать дополнительные задачи на фоне основной деятельности. *Острое утомление* сопровождается повышением реактивной тревожности, ухудшением самочувствия, активности, настроения. Отмечается возрастание частоты сердечных сокращений, частоты и минутного объема дыхания, лабильности пульса и артериального давления.

Можно обнаружить изменения в характере функционирования всех систем организма, начиная от сердечно-сосудистой, центральной нервной и заканчивая такими, казалось бы, не связанными с непосредственной работой системами, как пищеварительная и выделительная.

Основной теорией, наиболее полно раскрывающей механизмы формирования утомления, считается центрально-корковая. Деятельность коры головного мозга при динамической работе заключается в ритмическом чередовании процессов возбуждения и торможения, при статической работе – в постоянном напряжении процессов возбуждения и торможения. Обладая определенными энергетическими ресурсами, клетки центральной нервной системы расходуют их в процессе активной деятельности. Имеется оптимальный уровень резервов, при снижении которого активность клеток падает. Причем снижение активности клеток является не только

результатом истощения энергетических ресурсов, но и следствием развития в центральной нервной системе процесса торможения.

При длительной и напряженной деятельности в результате последовательной смены возбуждательного и тормозного процессов в коре головного мозга в первую очередь ослабевает внутреннее торможение, ведущее к нарушению уравновешенности нервных процессов. В этом случае имеет место иррадиация процессов возбуждения с вовлечением в деятельность других нервных центров. В результате происходит рассогласование физиологических функций, нарушение координации двигательных актов, снижается работоспособность. Поэтому важно уметь приспособляться к труду.

Приспособление психофизиологических функций к рабочей деятельности обеспечивает высокий уровень работоспособности и соответствующее качество труда. Внешним выражением приспособления организма к работе является изменение физиологических показателей работоспособности, которые устанавливаются на определенный отрезок времени, соответствующий периоду высокой работоспособности (в течение 2-3 ч на протяжении рабочей смены).

Параллельно с показателями работоспособности во многих случаях изменяются и показатели производительности труда. На протяжении рабочей смены отмечается период вработывания или вхождения в работу (продолжительностью около 0,5-1,0 ч) и период высокой работоспособности (продолжительностью около 1-2 ч). В конце рабочего дня, а также перед обеденным перерывом отмечается снижение работоспособности и производительности труда, которое объясняется развитием утомления. В целом на протяжении рабочей смены последовательно развиваются три характерных процесса:

- вработывание, или вхождение в работу,
- поддержание высокого уровня работоспособности,
- утомление.

Нередко эта динамика работоспособности развивается дважды на протяжении рабочего дня: в первой (дообеденной) и во второй (послеобеденной) половине рабочего дня.

В психофизиологическом механизме вработываемости и утомления выступают особенности противоположного характера. Если во время вработывания происходят формирование и уточнение рабочих динамических стереотипов и соответствующие изменения в протеканиях различных основных функций различных систем, то в период утомления наблюдаются разрушение динамических стереотипов и изменение протекания элементарных физиологических функций. Если во время вработывания происходит повышение уровня производительности труда, то во время утомления — ее уменьшение.

Тяжесть и утомительность различных видов труда определяются следующими факторами:

- затратой физических усилий,
- напряжением внимания,
- темпом работы,
- рабочим положением,
- монотонностью труда,
- температурой и влажностью внешней среды,
- запыленностью и загрязненностью воздуха,
- шумом,
- вибрацией, вращением и толчками,
- освещением.

Каждый фактор и его градации имеют условные измерители (баллы), которые могут быть выражены в процентах времени, необходимого для отдыха при работе под действием данного фактора. При оценке суммарного воздействия на организм нескольких факторов соответствующие им баллы и проценты могут складываться арифметически или геометрически (сложение квадратов и извлечение из суммы квадратного корня).

В основу классификации работ по степени тяжести или по напряженности труда оператора в настоящее время принимают градацию степени утомления по виду кривой работоспособности.

Поскольку у здорового, опытного и тренированного оператора кривая работоспособности в норме состоит из трех периодов — быстро протекающего вработывания, продолжительной устойчивой работоспособности и короткого снижения работоспособности в последние час — полчаса работы, — виды труда, характеризующиеся такой конфигурацией кривой работоспособности, относятся к I степени утомления и к I категории тяжести и напряженности.

Нарушения силовых отношений в нервной деятельности, утрата плавности динамики работоспособности в период вработывания, раннее наступление утомления, уменьшение производительности труда характеризуют II степень утомления и соответствуют II категории тяжести и напряженности труда.

К III степени утомления и соответственно к III категории тяжести и напряженности труда предлагается относить трудовые действия, характеризующиеся значительным нарушением координационной функции центральной нервной системы в связи с накоплением следов утомления.

Это состояние может приобретать застойный характер и переходить в переутомление (IV степень тяжести и напряженности труда). Могут нарушиться привычные рабочие движения (разрушается рабочий динамический стереотип). При этом резко нарушается кривая работоспособности, периодичность и соотношение ее отрезков утрачиваются, не наблюдается устойчивого состояния работоспособности, падает производительность труда, растет количество бракованных изделий.

Биологическим критерием тяжести и напряженности труда и его условий, кроме утомления, является заболеваемость работающих.

Характер заболеваемости соответствует условиям труда: болезни органов дыхания (хронический бронхит, эмфизема легких, пневмосклероз и др.), легочно-сердечная недостаточность, заболевания нервно-мышечного аппарата (радикулиты, нейромиозиты).

Причина утомления коренится в изменениях функционального состояния нервных центров, в которых во время работы наряду с элементарными процессами, наблюдаемыми в клетках и тканях, проходят более сложные процессы, отражающие способность нервных клеток суммировать в себе следовые процессы, остающиеся после каждой свойственной им реакции.

В учении Н.Е. Введенского о парабиозе и А.А. Ухтомского об усвоении ритма установлены определенные эффекты суммации последовательных следовых процессов. В первой фазе воздействия многократно повторяющихся раздражений происходит такое изменение функционального состояния нервных клеток, которое характеризуется повышением скоростей развития и завершения возбуждения, то есть повышением функциональной подвижности (лабильности) или усвоения ритма. Во второй фазе продолжающееся воздействие раздражителей и соответствующий процесс суммации возбуждения приводят к противоположному результату — к уменьшению лабильности и к развитию состояния, приближающегося при дальнейших воздействиях к парабиозу.

Уменьшение скорости нервных процессов, проявляющееся в увеличении скрытого времени зрительно-моторной реакции и в уменьшении критической частоты слияния мельканий, снижает точность рабочих действий и нарушает сглаженный в период вработывания рабочий динамический стереотип. В конечном счете все описанные процессы приводят к уменьшению производительности труда и снижению качества работы.

Было бы неправильно думать, что снижение функциональной подвижности нервной системы немедленно приводит к уменьшению производительности труда. Между изменением функционального состояния нервной системы и уровнем производительности труда имеется расхождение в том смысле, что уменьшение производительности труда наступает несколько позже, в течение некоторого времени работа продолжается с прежними производственными показателями, несмотря на то, что физиологические показатели уже начали ухудшаться.

В данном случае работа продолжается при требуемых производством условиях за счет привлечения дополнительных факторов социально-психологического порядка (сознание ответственности за порученную работу). Привлечение дополнительных раздражений, адресованных к второй сигнальной системе, способно в значительной мере повысить функциональную подвижность нервной системы. Это видно из результатов опытов, в которых определялись показатели скрытого периода и критической частоты слияния мельканий у исследуемых, находящихся под воздействием раздражителей второй сигнальной системы. Если исследуемого просить одновременно с осуществлением ответного движения нажатия на телеграфный ключ считать число оборотов стрелки, на движение которой он реагирует, то происходит заметное достоверное уменьшение продолжительности скрытого периода реакции.

С другой стороны, привлечение дополнительных раздражений ускоряет процесс развития парабихического торможения и, следовательно, снижения работоспособности, характерного для утомления. Кроме того, дополнительные раздражения, действуя как чрезвычайно сильные, вызывают быстрое развитие охранительного торможения и тем ускоряют и углубляют нарушение рабочего динамического стереотипа.

При работе, связанной с воздействием раздражителей эмоционального характера (работа на пультах управления сложной техникой), эти чрезвычайные раздражения вызывают резкие тревоги, проявляющиеся в изменениях работы сердечно-сосудистой и эндокринной систем. Вслед за реакцией тревоги идет реакция защиты, связанная с выравниванием наступивших функциональных сдвигов. Все эти процессы еще больше углубляются снижением работоспособности и производительности труда.

Развитие охранительного торможения в процессе трудовой деятельности свидетельствует о том, что в производственных условиях снижение работоспособности в связи с утомлением вызывается не непосредственно истощением запасов энергии в нервных клетках, не засорением их продуктами распада, а предшествующим этим процессам нарушением ритма деятельности и рабочего динамического стереотипа. В общем случае указанные обратимые функциональные нарушения вызываются суммированием следов возбуждения, остающихся после каждого рабочего действия. В каждом же частном случае конкретной производственной работы суммирование следов возбуждения имеет свои особенности в зависимости от характера выполняемых рабочих действий и условий труда на конкретном участке производства. Конкретные психофизиологические механизмы суммирования следовых процессов в нервной системе, приводящие к утомлению, различны и зависят от условий труда.

В каждом конкретном виде труда необходимо применять такие оздоровительные меры, которые могли бы в наибольшей степени соответствовать психофизиологическим процессам, развивающимся во время данного вида трудовой деятельности, в частности свойственному этому виду-труда физиологическому механизму утомления. Установление у операторов тех или иных черт одного из психофизиологических механизмов производственного утомления является важным условием для выбора системы оздоровительных мер и для уточнения контроля и оценки их эффективности.

Хроническое утомление – это пограничное функциональное состояние летчика, возникающее в результате многократного воздействия интенсивной профессиональной нагрузки, характеризующееся наличием субъективных и объективных признаков утомления до начала работы, выраженным напряжением физиологических функций, значительным снижением работоспособности.

Переутомление – это патологическое функциональное состояние, возникающее в результате многократного длительного воздействия интенсивной профессиональной нагрузки, характеризующееся выраженными изменениями физиологических функций и резким снижением эффективности деятельности. Переутомление часто подменяется следующими понятиями: астения, астеническая реакция, астенический, неврозоподобный, неврастеноподобный, астенодепрессивный синдром, невроз истощения, псевдоневроз ситуации и др.

Астеническое состояние (астения) - это физическая и нервно-психическая слабость, которая сопровождается постоянной повышенной утомляемостью, перепадами настроения, раздражительностью, расстройствами сна и другими вегетативными нарушениями, а также болью в мышцах, головокружением и проблемами с пищеварением. В таком состоянии человеку требуется больше времени на отдых, объём и продуктивность работы и привычных действий снижается.

В клинической феноменологии любого вида астении присутствуют два ряда признаков. Причем первый чаще характеризуется обилием жалоб и субъективными переживаниями пациента. Второй же определяется объективными признаками снижения функциональных возможностей организма, как в физическом, так и в психоэмоциональном и интеллектуальном отношении.

Следует подчеркнуть, что нарушения деятельности нервной системы обычно являются первыми признаками патогенного воздействия экстремальных факторов или значительного нервно-психического напряжения.

А.Г. Панов и В.С. Лобзин (1975) разделили экстремальные факторы, приводящие к формированию физиогенных астений, на четыре основные группы:

1. Физиологические воздействия и нагрузки на специфические анализаторные и эффекторные функциональные системы, пороговые по интенсивности и временным показателям. К их числу могут быть отнесены условия деятельности, связанные со зрительным и слуховым напряжением, избыточной информацией и сенсорной изоляцией либо перцепторной депривацией, физическим переутомлением и гипокинезией, перегреванием и переохлаждением и др.

В этой группе физиологические по существу факторы становятся экстремальными, выходя за пределы физиологического оптимального диапазона как в одну, так и в другую сторону (за предел максимального или минимального порогов). Иными словами, они могут быть полярными по силе, длительности и качественным параметрам.

2. Необычные для организма воздействия, по отношению к которым отсутствуют филогенетически выработанные механизмы адаптации, либо не существует специфической воспринимающей анализаторной системы. К этой группе относится действие проникающей радиации, электромагнитного поля, ультразвука, атмосферных (метеорологических) перепадов, СВЧ-полей, частично невесомости и некоторых других факторов.

3. Необычные условия жизни и труда со значительным и длительным сдвигом стереотипов биологических ритмов, объединяемые понятием десинхроноза. Примером может быть нарушение суточной периодики сна и бодрствования, создающей предпосылки для диссоциации в работе разных функциональных систем.

4. Для ряда профессий экстремальность условий работы определяется не столько характером внешних воздействий, сколько социально-психологическими обстоятельствами, прежде всего психоэмоциональной напряженностью, связанной с сознанием ответственности или жизненной значимости (иногда престижности), правильной оценки информации и готовности к адекватной реакции. Примером может быть работа операторов, летчиков, испытателей летательных и иных скоростных аппаратов, ряда военных специалистов и др.

Психоэмоциональное напряжение и перенапряжение могут быть обусловлены также фактором непрерывности и строгой подчиненности следования рабочих операций в зависимости от постоянно поступающей информации (водительские профессии, конвейерное производство, автоматические системы управления), необычностью и избыточностью информации при лимитированной по времени и по способу выполнения психомоторной и интеллектуальной деятельности. Для ряда специалистов усложнение управления механизмами при возросших темпах работы представляет собой источник конфликта между техническими возможностями механизмов с пропускной способностью анализаторов и индивидуальными темпами психомоторных реакций.

Отсутствие общепринятой классификации астенических состояний является следствием полиэтиологичности (многопричинности) этих расстройств, сложного взаимопереплетения в каждом конкретном случае психогенных, цереброгенных и соматогенных факторов, преморбидных личностных особенностей, влияния сопутствующих заболеваний, а также социальных факторов. Все эти факторы чрезвычайно сложно отграничить один от другого и поэтому весьма трудно дифференцировать различные расстройства астенического круга.

Для эффективного проведения лечебно-диагностических мероприятий необходимо разграничивать такие понятия как утомление и астения (табл. 2).

Таблица 2.

Дифференциальная оценка утомления и астении

Показатель	Утомление острое	Утомление хроническое	Астения
Причины возникновения	Кратковременное воздействие интенсивной нагрузки	Множественное Воздействие интенсивной Нагрузки	Множественное длительное воздействие чрезмерно Интенсивной нагрузки на фоне измененного состояния Организма
Эффективность И качество работоспособности	Не нарушается, Иногда снижается	Существенно нарушаются	Резко снижаются, вплоть до появления грубых ошибочных действий
Отношение к работе	Нормальное	Снижение интереса, чувство напряженности неуверенности	Потеря интереса, безразличие, снижение осмотрительности, снижение бдительности.
Самочувствие	Усталость после Работы, ощущение вялости, разбитости	Постоянное чувство усталости в течение работы, слабость, снижение аппетита	Постоянное чувство усталости без нагрузки, апатия, Раздражительности, боли в сердце, потеря аппетита, нарушение сна
Сон	Не нарушен. Иногда затруднено засыпание	Трудное засыпание и пробуждение, прерывистый сон	Трудное засыпание, пробуждение, бессоница, сонливость днем.
Функциональные нарушения	Снижение чувствительности, нарушение вегетативных функций	То же что и при астении	Выраженное снижение чувствительности анализаторов, Нарушение вегетативных функций, ухудшение психических процессов, изменение биохимических показателей, нарушение неврологического статуса
Мероприятия по восстановлению нормального состояния	Кратковременный отдых	Продолжительный отдых	Лечение и медицинская реабилитация

Утомление - это физиологическое состояние организма человека, возникающее в результате деятельности и характеризующиеся снижением работоспособности и изменением ряда физиологических функций. При утомлении после 8-и часового сна происходит полное восстановление функционального состояния организма и работоспособности. Если этого не происходит, то развивается переутомление.

Астения — это патологическое состояние организма, характеризующееся качественными изменениями функционального состояния, вызванными чрезмерным расходом энергетических веществ центральной нервной системы.

К объективным признакам астении относятся: повышенная потливость, одышка, уменьшение массы тела, учащение сердечных сокращений (при длительном действии монотонии и гипокинезии может наблюдаться урежение частоты пульса), расстройства внимания, памяти и мышления, атипичные реакции на физическую функциональную пробу, которая, как правило, не доводится до конца и часто сопровождается нулевым тоном на локтевой артерии при определении артериального давления. Главным объективным критерием астении является резкое снижение уровня профессиональной работоспособности.

При хроническом утомлении и астении отмечаются вялость, сонливость, вспышки раздражительности. В сознании преобладает чувство усталости, разбитости. Мотивы деятельности сменяются мотивами отказа от нее и последующей апатией. Для продолжения работы требуются значительные волевые усилия и внешние стимулы. Теряется интерес к деятельности. В результате наблюдается ухудшение профессиональных навыков, в особенности наиболее сложных и недавно закрепленных, характерна повышенная отвлекаемость внимания, затруднение распределения внимания. Это особенно опасно при непрерывной деятельности (управление специальной техникой, слежение за приборами и т.п.).

Выраженная астенизация характеризуется сниженным уровнем работоспособности, неустойчивой профессиональной адаптацией, повышенной склонностью к болезненной фиксации переживаний, эмоциональной лабильностью с низкой самокритичностью и склонностью маскировать свое состояние, высоким уровнем тревоги, снижением самочувствия, отчетливым появлением соматических жалоб.

Факторы, влияющие на физическую работоспособность оператора

Физиологический фактор. Состояние здоровья, сердечно-сосудистой системы, дыхательной, возраст, пол, гормональная активность, беременность, характер питания, физическое и психоэмоциональное состояние, наличие заболеваний и другие.

Физический фактор. Это те, источником которых служит физическое состояние или явление (механическое, волновое и др.). Комплексное воздействие физических факторов среды оказывает непосредственное влияние на процессы, происходящие в организме, а, следовательно, и на здоровье человека. Воздействие этих факторов носит массовый характер и непосредственно сказывается на здоровье человека.

Степень и характер освещенности помещения, температура воздуха, уровень шума, вибрации, запыленности, загазованности и другие.

Психологический фактор. Это особенности развития личности, характера, психоэмоциональные причины, уровень и глубина мышления, способности и потребности. А также самочувствие, настроение, мотивация и др.

Утомление. Утомление – временное снижение функциональных возможностей организма, вызванное путем основной длительности или нерациональной работой, выражающиеся в снижении работоспособности. Физическое утомление – физиологический процесс временного снижения работоспособности, связанные с изменением в клетках двигательного центра, возникающие в процессе выполнения мышечной деятельности.

Усталость – субъективное состояние, выражающееся нежеланием продолжать работу, часто имеющее условно-рефлекторную природу. Биологическая роль утомления чрезвычайно

высока. Защитная функция, то есть предохраняет организм от истощения при слишком длительной или слишком напряженной работе; повторное утомление, не доводимое до чрезмерной величины, является средством повышения функциональных возможностей организма.

Каждый из рассмотренных факторов может оказывать влияние на физическую работоспособность, поэтому это необходимо учитывать при определении работоспособности у человека.

Определение работоспособности человека по пробе Руфье

Проба Руфье это тест, метод которого используют для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Методика проведения пробы Руфье довольно проста. Для нее не требуется сложной аппаратуры. Достаточно, чтобы в кабинете, где она проводится, была кушетка и секундомер.

Этапы выполнения теста по методике пробы Руфье:

Исследование проводится не ранее чем через 2 часа после еды. Перед ним нельзя курить, пить крепкий чай или кофе. Также не стоит делать это исследование натощак. Желательно перед посещением кабинета отдохнуть 10 – 15 минут. Для тестирования лучше надеть свободную мягкую одежду, например, спортивный костюм.

В кабинете исследуемый ложится спиной на кушетку и сохраняет спокойное состояние в течение 5 минут. В это время можно лежать с закрытыми глазами. Дышать нужно спокойно.

Через 5-10 минут отдыха проводится подсчет частоты пульса на лучевой артерии за 15 секунд. Тестируемый встает с кушетки и выполняет подряд 30 приседаний, считая их вслух.

Тест предназначен для определения скорости прироста пульса при нагрузке и его восстановления после ее прекращения. Исходный показатель записывают как P1, сразу после нагрузки – P2, в конце первой минуты восстановительного периода – P3. Затем вычисляют индекс Руфье, по которому и судят о работоспособности сердечной мышцы, а также о влиянии на нее вегетативной нервной системы.

Подсчет результатов по формуле

Что бы посчитать результат пробы Руфье, используется несложная формула:

$$ИР = ((P1 + P2 + P3) * 4 - 200) / 10$$

Расшифровка 4 значений в формуле для расчета индекса пробы Руфье:

ИР — Индивидуальный расчет.

P1 — Пульс до нагрузки.

P2 — Пульс после нагрузки.

P3 — Пульс через минуту после нагрузки.

Все три полученные показателя частоты пульса складываются, умножаются на 4, от полученного произведения отнимается 200, и результат делится на возраст человека.

Индекс Руфье может принимать значения от 0 до 21 и чем он меньше, тем тренированнее сердечно-сосудистая система испытуемого.

Чтобы определить, какой же результат получен в определенном возрасте, пользуются специальными таблицами.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте характеристику эмоциональным состояниям оператора.
2. Стресс (повышенная напряженность) – это...
3. Что такое эмоциональное напряжение?
4. Утомление – это...
5. Приведите классификацию утомления.
6. В чем заключается хроническое утомление?
7. Переутомление – это...
8. Что такое астеническое состояние (астения)?
9. Повторите вопрос «Дифференциальная оценка утомления и астении».

10. Как происходит определение работоспособности человека по пробе Руфье?
11. От чего зависит уровень работоспособности оператора?
12. Перечислите факторы, влияющие на физическую работоспособность оператора.
13. На какие на четыре основные группы А.Г. Панов и В.С. Лобзин разделили экстремальные факторы, приводящие к формированию физиогенных астений?
14. Как происходит определение работоспособности человека по пробе Руфье?

Тема 9. Функциональные резервы организма и надежность деятельности человека-оператора

Функциональные резервы – это возможности изменения функциональной активности структурных элементов организма, возможности взаимодействия их, используемые организмом для достижения результата деятельности человека, для адаптации к физическим, психоэмоциональным нагрузкам и воздействию на организм различных факторов внешней среды. Это запас функциональных возможностей, который постоянно расходуется на поддержание равновесия между организмом и окружающей средой.

Функциональные резервы организма – это сложная система, фундаментом которой являются биохимические, а вершиной – психические резервы. Физиологические резервы за счет механизмов нейрогуморальной регуляции интегрируют в единое целое систему функциональных резервов. Системообразующим фактором системы функциональных резервов является результат деятельности или результат адаптационных процессов.

По существующим представлениям все резервы, используемые для интенсификации деятельности человека, в самом общем смысле могут быть обозначены как функциональные. Скрытые резервные возможности организма в работах первых исследователей, осуществивших формирование общих представлений о функциональных резервах организма, отождествлялись с «жизненными силами организма». К плеяде ученых, чьи заслуги в обобщении накопившихся фактов о резервах организма и их роли в обеспечении взаимодействия организма и среды его обитания признаны выдающимися, безусловно, относятся К. Бернар, В. Кеннон, Д. Баркрофт, Г. Селье, В.В. Паррин, О.Г. Газенко и ряд других известных исследователей.

В нашей стране впервые понятие «функциональные резервы организма» (ФРО) было представлено академиком Л.А. Орбели в 30-х годах XX века. Он утверждал, что организм каждого человека имеет скрытые, или, так называемые, резервные возможности, которые используются, когда он попадает под воздействие негативных факторов. Академик Н.М. Амосов предложил новый термин меры функциональных резервов организма – «количество здоровья». Количественной характеристикой здоровья, по его мнению, является сумма резервных возможностей основных функциональных систем организма и, прежде всего, кислородтранспортной системы. Под «качеством здоровья» понимается способность организма адаптироваться к условиям окружающей среды за счет использования функциональных резервов.

Морфофункциональной основой функциональных резервов организма являются структурно-функциональные единицы тканей и органов в совокупности всех составляющих их компонентов и систем регуляции их деятельности. Их функционирование на уровне, обеспечивающем текущие потребности организма, поддержание его гомеостаза и должного объема регуляторно-адаптивных возможностей – главный показатель достаточности ФРО. Достаточность имеющихся в организме ФРО определяет состояние здоровья и трудоспособность человека.

Возможности адаптации во многом определяются целесообразной способностью организма к использованию функциональных резервов и в значительной мере зависят от величины ФРО.

Функциональные резервы организма имеют как структурную, так и метаболическую составляющую и отражают основные параметры изменения текущего функционального

состояния человека. Функциональное состояние организма и его функциональные резервы – понятия, неразрывно взаимосвязанные и взаимозависимые.

Оценка ФРО человека – одна из важнейших задач клинической физиологии в сфере здоровья человека, решение которой во многом определяется разработкой информативных и адекватных технологий исследования функционального состояния целостного организма на основании данных полипараметрических многосторонних исследований уровня функциональной активности различных его органов и систем. Исследование функциональных резервов (ФР) на основе системного подхода позволило охарактеризовать особенности интеграции ФР его органов и систем, обеспечивающих осуществление адаптационного процесса.

Главной целью исследований клинико-физиологического статуса организма является выявление и оценка функциональных расстройств его органов и систем, определение степени их выраженности, а также определения характера функционирования здоровых органов и систем у этого же обследуемого, их роль в обеспечении компенсаторных реакций и резервных возможностей всего организма в целом.

Немаловажной задачей клинико-физиологических исследований является анализ закономерностей формирования ФРО и их изменений, возникающих в зависимости от возраста человека, что весьма актуально с позиций оценки возможностей их коррекции у лиц различных возрастных групп. Особенности эволюции показателей ФРО на протяжении жизни необходимо изучать, а полученные сведения использовать для восстановления и укрепления здоровья.

Оценка ФРО рекомендована к включению в систему социально-гигиенического мониторинга с созданием необходимых методик, программных модулей и баз данных. Решением Президиума РАМНТ от 22.10.2003 года. Оценка ФРО, как показателя уровня здоровья, играющего центральную роль в процессах приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды, базируется на фундаментальных положениях теории адаптации, так как адаптивные механизмы формируются путем перенастройки систем управления физиологическими функциями в ходе мобилизации ФРО.

Адаптивные возможности определяются как запас ФРО, состоящих из информационных, энергетических и метаболических резервов, которые расходуются на сохранение постоянства внутренней среды организма и поддержание его равновесия с внешней средой. Возможности механизмов адаптации во многом определяются возможностями мобилизации ФРО, которые могут обеспечить адекватный запросам организма уровень функционирования его органов и систем при оптимальном напряжении регуляторных механизмов

Под функциональными резервами организма понимается «выработанная в процессе эволюции адаптационная и компенсаторная способность органа, системы и организма в целом усиливать во много раз интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя». А.С. Мозжухин определяет резервные возможности организма как его скрытые возможности (приобретенные в ходе эволюции и онтогенеза) усиливать функционирование своих органов и систем органов в целях приспособления к чрезвычайным сдвигам во внешней или внутренней среде организма. При этом в качестве системообразующего фактора функциональных резервов рассматривается результат деятельности, обеспечивающий адаптацию организма к различным физическим и психоэмоциональным нагрузкам.

Резервные функциональные возможности проявляются в изменении интенсивности и объема энергетических и пластических процессов обмена веществ на клеточном и тканевом уровнях, в изменении интенсивности протекания физиологических процессов на уровне органов, систем органов и организма в целом.

Функциональные резервы организма определяют диапазон надежности его функциональных систем, в котором при нарастании нагрузки не происходит нарушения функций органов и систем органов. Потенциальные возможности функциональных резервов заложены в генотипе человека. Эти возможности раскрываются в конкретных условиях жизнедеятельности и могут изменяться под влиянием целенаправленной тренировки, формируя реальные индивидуальные функциональные резервы организма.

Функциональные резервы организма обеспечивают возможность изменения функциональной активности его структурных элементов, их возможности взаимодействия между собой для адаптации к воздействию на организм факторов внешней среды с целью обеспечения оптимального для данных конкретных условий уровня функционирования организма и эффективности его деятельности для достижения целесообразного результата адаптации. В процессе адаптации может происходить изменение диапазона резервных возможностей организма и способности к их мобилизации.

В.П. Загрядский сформулировал определение функциональных резервов (ФР) «как выработанную в процессе эволюции адаптационную способность организма в целом усиливать во много раз интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя», а на основании обобщения данных по физиологии военного труда сделал вывод, что «физиология человека при воздействии на него экстремальных факторов есть, прежде всего, физиология резервных возможностей организма».

В рамках концепции восстановительной медицины под функциональными резервами организма понимаются регуляторные возможности человека по поддержанию жизнедеятельности и адаптивных свойств саморегулируемых систем организма.

Функциональный резерв организма определяется как такое его свойство, которое связано со способностью организма адаптироваться к изменениям окружающей среды без нарушений гомеостаза и без истощения или сбоя регуляторных механизмов.

По определению Р.М. Баевского, под функциональными резервами понимают «...информационные, энергетические, метаболические ресурсы организма, обеспечивающие его конкретные адаптационные возможности. Для того, чтобы мобилизовать эти ресурсы при изменении условий окружающей среды, необходимо определенное напряжение регуляторных систем. Именно степень напряжения регуляторных систем, необходимая для сохранения гомеостаза, определяет текущее функциональное состояние человека».

Система функциональных резервов организма включает подсистемы:

1. Биохимические резервы, обеспечивающие метаболизм организма и включающие блок энергетического обмена и блок пластического обмена.
2. Физиологические резервы.
3. Психические резервы.

Биохимические резервы организма определяются состоянием его энергетических систем – аэробной и анаэробной, а также биохимическими процессами, направленными на восполнение энергетических ресурсов организма и восстановление разрушенных в процессе мобилизации энергоресурсов клеточных структур за счет их синтеза *de novo*.

Индукирование синтеза структурных и ферментных белков, возникновение и увеличение специфических структурных перестроек тканей приводит к возрастанию структурных резервов организма. В результате мобилизации и использования биохимических резервов в ходе адаптивных реакций поддерживается гомеостаз внутренней среды организма. Биохимические резервы клеточного и тканевого уровней обеспечивают пластический и энергетический обмен, а также гомеостаз организма.

Физиологические резервы обеспечивают возможности органов и систем органов изменять свою функциональную активность и взаимодействовать между собой с целью достижения оптимальных параметров жизнеобеспечения в конкретных условиях жизнедеятельности. Использование физиологических резервов обеспечивается механизмами регуляции физиологических функций в процессе приспособления организма к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

Психические резервы определяют возможности психики человека, связанные с его поведением, психологической и социальной адаптацией, с проявлением таких качеств, как мышление, память, внимание, когнитивные способности, волевые и мотивационные аспекты жизнедеятельности.

Психические резервы во многом формируются функциональными возможностями человека и рассматриваются как важнейший фактор взаимодействия организма со средой обитания.

Согласно теории функциональных систем, под резервами адаптации организма понимают такие изменения функциональной активности органов и систем органов, которые обеспечивают достижение полезного приспособительного результата, выступающего в качестве интегрированного фактора, определяющего и формирующего динамическую организацию физиологических и биохимических процессов, необходимых для достижения этого результата.

Реакция организма в ответ на воздействие факторов окружающей среды зависит от силы и времени воздействия, а также адаптационных возможностей организма, которые определяются наличием ФР. Состояние целостного организма как интегральный результат деятельности его органов и систем во многом определяется оптимальностью регуляторных механизмов и управляющих воздействий, их способностью обеспечить уравновешенность организма со средой и должную адаптацию к условиям существования. Адаптивные реакции организма происходят за счет затрат энергии и информации, в связи с чем «цена» адаптации определяется степенью напряжения регуляторных механизмов и величиной израсходованных ФР.

Современный уровень знаний не позволяет глубоко детализировать работу регуляторных механизмов, ответственных за мобилизацию и расходование ФРО. Иерархия функционального взаимодействия при комплексном подходе к оценке ФРО включает ФР, мобилизуемые на этапе срочной адаптации, расходование которых обеспечивается регуляторными механизмами автономной нервной системы.

Уровень функционирования различных систем организма обеспечивается функциональными резервами, подразделяющимися на оперативные и стратегические.

Оперативные резервы мобилизуются и расходуются автономными регуляторными механизмами, а стратегические – центральными. Мобилизация и расходование оперативных и стратегических резервов происходит на этапах срочной и долговременной адаптации. Физиологические механизмы, обеспечивающие адаптацию в срочной стадии, состоят в использовании функциональных резервов избыточной организации, а в долговременной стадии – за счет структурных перестроек и увеличения функциональных взаимосвязей.

Существуют срочные механизмы трансформации ФРО основным компонентом которых является их экстренная мобилизация в целях обеспечения срочных адаптивных реакций преимущественно путем изменения энергообмена и связанных с ним функций автономного регуляторного обеспечения, увеличения доставки кислорода к работающим органам и вывод продуктов обмена веществ. По мнению академика И.П. Ашмарина, одним из эволюционно древних механизмов запуска срочных адаптивных реакций без вовлечения генома является образование из находящихся в жидких средах организма молекул пропептидов в ходе их процессинга молекул активных олигопептидов, обеспечивающих инициацию процессов срочного реагирования в интересах организма. Возможно, что такой же механизм обеспечивает и экстренную мобилизацию ФРО.

Медленные механизмы формирования ФРО преимущественно обеспечивают восстановление пластических и энергетических возможностей органов, тканей и функциональных систем за счет метаболических реакций, включающих усиление синтеза нуклеиновых кислот и белков, увеличение биогенеза митохондрий и мощности митохондриальной системы, обеспечивающей рост выработки АТФ на единицу массы ткани и устранение дефицита АТФ. В результате последующей активации всех клеток физиологических систем формируются структурные изменения, обеспечивающие увеличение функциональных возможностей и оптимизируется энергообеспечение тканей и органов.

Физиологическая сущность долговременной адаптации организма состоит в росте его функциональных резервов и заключается в оптимизации функциональных свойств систем, обеспечивающих целенаправленную реализацию возможностей организма. Системообразующим фактором при этом является адаптивный полезный результат.

Функциональные резервы механизмов регуляции включают два компонента – специфический и неспецифический. Неспецифические механизмы участвуют в реакциях на стрессорное воздействие и в мобилизации текущих функциональных резервов. За счет активации специфических механизмов регуляции обеспечивается более эффективное и

экономичное приспособление организма к новым условиям жизнедеятельности, а также более целенаправленное использование функциональных резервов.

Должный уровень способности регуляторных систем мобилизовать необходимые функциональные резервы позволяет обеспечить «физиологическую меру» защиты организма от неблагоприятных воздействий и сохранить гомеостаз в заданных природой пределах.

Существует биоэнергетическая концепция, в рамках которой функциональные резервы организма рассматриваются как потенциальная возможность воспроизводства энергии за счет интенсификации метаболических процессов.

Чем больше доступные для использования ФР, тем организм жизнеспособнее. Эффективность биологической функции выживания тем больше, чем выше образование энергии на единицу массы организма. Способность увеличивать в ходе адаптивных реакций поглощение кислорода определяет тот резерв энергии, а, следовательно, и ФРО, которые необходимы для адекватных изменений процессов жизнедеятельности. На организменном уровне количественная оценка энергopotенциала может быть осуществлена по параметрам максимальных аэробных возможностей – мощностью и эффективностью аэробных механизмов энергообразования.

Однако, необходимо отметить, что выделение физиологической, метаболической, энергетической и информационной составляющих ФРО достаточно условно, поскольку все они неразрывно взаимосвязаны в пространстве и во времени.

Роль биоэнергетических и метаболических процессов в формировании ФРО обсуждается во многих научных работах достаточно детально и аргументировано. Существенно меньше внимания уделено объяснению сущности информационной составляющей резервных возможностей организма, ее роли в осуществлении адаптивных реакций, обеспечивающих его жизнедеятельность. Неясно, что понимается под «информационными ресурсами организма».

Существуют утверждения, что информация по своей сути представляет виртуальную часть живого, то есть имеет не материальную природу и «является виртуальной сущностью, которая с самого начала зарождения жизни, связывает материальную часть нашего мира с нематериальной его частью. Такая точка зрения не всеми признается безоговорочно и даже рассматривается, как заблуждение.

Сущность понятия «информация» в обыденном понимании этого термина – это, либо «сведения, содержащиеся в сообщении», либо «процесс передачи сообщения». Представляется возможным дать определение информации через описание ее форм и ее свойств. Краткое перечисление этих характеристик информации включает: нужность информации и ее действительность, фиксируемость, инвариантность по отношению к носителям, количество информации и емкость ее носителя, транслируемость, мультипликативность, изменчивость, полипотентность, ценность, истинность и, наконец, брэнность, то есть возможность (или неизбежность) ее разрушения и исчезновения в результате изменения или разрушения ее носителей.

Кроме свойств выделяют виды информации: генетическую, поведенческую и логическую. Носителями генетической информации являются молекулы ДНК.

Поведенческая информация формируется на основе врожденных поведенческих реакций, которые генетически запрограммированы. Природа материального носителя этого вида информации доказательно не установлена, а гипотетически связывается с некими молекулярными процессами и структурами. Эволюционно самый молодой вид информации – логическая информация, носителем которой является человеческая речь.

Прием или создание информации, ее хранение, передачу и использование называют элементарными информационными актами, а осуществление всей совокупности таких актов – информационным процессом. Совокупность механизмов, обеспечивающих полное осуществление информационного процесса, называют информационной системой.

ФРО – это очень сложный многовариантный комплекс множества информационно-взаимосвязанных функциональных систем молекулярного, гомеостатического и поведенческого уровней, организованный по принципу их слаженного мультипараметрического взаимодействия, отражающего информационные взаимоотношения внешней и внутренней среды организма. Мобилизация и восстановление ФРО обеспечивается

многокомпонентным взаимодействием различных функциональных систем в каждый конкретный момент времени в соответствии с потребностями жизнеобеспечения организма.

У физически и психологически тренированных лиц значительное повышение функциональной активности органов и систем происходит с меньшими затратами энергии и при меньшей степени напряжения регуляторных механизмов, а, следовательно, и менее значимыми изменениями ФРО. Уровень стрессоустойчивости, оцениваемый по регуляторно-адаптивному статусу, предопределен величиной индекса регуляторно-адаптивного статуса в исходном состоянии и степенью его изменения при действии стрессогенного фактора. Повышение исходного уровня и менее выраженное его изменение при действии стрессорных воздействий свидетельствуют о повышении в процессе систематических тренировок стрессоустойчивости, а, следовательно, и об увеличении ФРО. Увеличение ФРО повышает устойчивость к стрессогенным факторам, физическую и психическую работоспособность. Для операторов сложных человеко-машинных систем это имеет прямое отношение.

Но в отношении операторов оценка функциональных резервов имеет практическое значение и выражается понятием функциональной надежности оператора. **Функциональная надежность** – это свойство функциональных систем человека-оператора обеспечивать его динамическую устойчивость в выполнении профессиональной задачи в течение определенного времени с заданным качеством. Данное свойство проявляется в адекватном требованиям деятельности уровне развития профессионально значимых психических и физиологических функций и механизмов их регуляции в нормальных и экстремальных условиях.

В конечном итоге функциональная надежность оператора обеспечивает безотказность (надежность) его деятельности.

Надежность деятельности человека-оператора

Объективными причинами постановки проблемы надежности и ее изучения в системах «человек-техника» являются:

- непрерывный рост сложности технических средств;
- повышение ответственности в выполнении функций, выполняемых техническими средствами и их отдельными элементами;
- расширение диапазона и одновременное усложнение условий эксплуатации технических средств.

Под надежностью человека в инженерной психологии подразумевается его способность выполнять требуемые функции с заданной точностью, в пределах заданного интервала времени в конкретных условиях деятельности. При оценке надежности человека в системах «человек-техника» учитывается безошибочность действий человека и восстанавливаемость его работоспособности. Нередко надежность человека оценивается по аналогии с надежностью технических устройств. Однако эта аналогия весьма условна, ибо надежность человека является сложной нелинейной функцией его профессиональной пригодности, обученности, тренированности, стрессовой устойчивости, психофизиологического состояния и морально-психологических качеств.

В общем виде критерий надежности человека-оператора должен представлять собой определенную вероятностную динамическую систему, состоящую из цепи частных критериев. Причем при оценке надежности необходимы расчленения деятельности того или иного оператора на определенные действия и операции с их весовой или бальной оценкой, а также учет режима и условий работы. Надежность деятельности человека-оператора связана с категорией эффективности деятельности, влияя на ее результирующие показатели. Однако в большей степени она отражает процессуальную характеристику качества деятельности и при определенных условиях снижения надежности трудового процесса может существенно не отражаться на ее конечных результатах.

Основными интегральными показателями, характеризующими результирующие и процессуальные проявления деятельности человека-оператора, являются *эффективность и качество деятельности*. Если показатель эффективности трудовой деятельности отражает в основном уровень результативных достижений (производительность, скорость, полноту и т. п.), то показатель качества характеризует как конечный продукт труда (его потребительские или технологические свойства), так и процесс труда (совершенствование способов выполнения

трудовых функций). В наиболее общем виде надежность определяют, как вероятность успешного выполнения задания. В технике под надежностью понимают свойства объекта сохранять в установленных пределах значение всех параметров, характеризующих требуемые функции в заданных режимах и условиях. Понятие надежности технических средств входит в категорию «качества», также как определение надежности человека-оператора в понятие «совокупное профессиональное качество».

Надежность — совокупное профессиональное качество, являющееся свойствами системы (или ее составных частей), которые определяются через категорию состояний, а состояние оценивается по тому, насколько в данный момент времени человек-оператор или система управления соответствуют предъявляемым к ним требованиям. Требования могут быть постоянными или изменяющимися во времени в зависимости от некоторых определяющих условий.

Включение человека в работу систем управления в качестве его регулирующего фактора определяет зависимость эффективности и качества функционирования системы от своевременности, точности и безошибочности выполнения человеком-оператором возложенных на него функций в заданных условиях деятельности. Изучение и оценка надежности деятельности человека в системах контроля и управления транспортными, технологическими и другими объектами и процессами привели к ряду определений надежности деятельности человека применительно к его операторским функциям.

В этом контексте надежность чаще всего рассматривается как:

- свойство человека, характеризующее его способность безотказно выполнять деятельность в течение определенного времени при заданных условиях;
- способность сохранять требуемое качество в установленных условиях в течение заданного времени и др.

В этих определениях основное внимание обращается на проявление надежности в основном в качественном выполнении задания, на отклонение показателей деятельности от требуемых значений. Иногда понятие «надежность» человека-оператора определяется мерой ошибочных действий или через категорию работоспособности человека. Поэтому надежность можно определить, как свойство сохранять устойчивую работоспособность в определенных режимах и условиях работы.

Подобные определения надежности акцентируют внимание на внутренние потенциальные возможности и способности человека в ее обеспечении, но не в полной мере раскрывают специфичность данного понятия с точки зрения процессуальных (устойчивость функционирования) и результирующих (безотказность, безошибочность и т.п.) характеристик.

Одним из наиболее содержательных является определение надежности как способность человека-оператора в течение заданного интервала времени и в предусмотренных условиях сохранять нормальное состояние жизнедеятельности и выдерживать технические параметры управления системы в установленных пределах, а также выполнять все возложенные на него функции по поддержанию заданного режима работы управляемой техники.

Надежность человека-оператора иногда отождествляют с понятием «устойчивость рабочего процесса». Однако понятие надежности является более широким прежде всего потому, что устойчивость характеризует сохранность уровня эффективности и качества деятельности на относительно стабильном, однородном, неизменном участке трудового процесса при решении конкретной задачи.

Надежность деятельности отражает и особенности изменения устойчивости при переключении от одной задачи к другой, при переходе к различным условиям выполнения этих задач в пределах конкретной деятельности. В этой связи надежность конкретной деятельности характеризует вероятность сохранения ее устойчивости в изменяемых условиях.

Надежность системы «человек-техника» отражает значения данного показателя у человека-оператора и технических средств этой системы, но не является простым их произведением, так как взаимодействие компонентов системы порождает ее новые качества и свойства. Именно поэтому при анализе надежности СЧМ рекомендуется оценивать следующие свойства системы:

- безотказность технических средств;

- восстанавливаемость работоспособности;
- безошибочность управления;
- готовность оператора к выполнению работ;
- биологическую надежность оператора и др.

Для характеристики надежности человека-оператора рекомендуется использовать такие свойства системы: безотказность, безошибочность, своевременность, готовность, восстанавливаемость. Показатель безотказности определяет свойства оператора сохранять заданный уровень работоспособности в течение некоторого времени до наступления устойчивого его отказа в продолжении деятельности. Безошибочность характеризуется мерой устойчивой работоспособности на протяжении заданного рабочего цикла и выражается на уровне как отдельной операции, так и алгоритма в целом. Восстанавливаемость отражает скорость и полноту восстановления требуемого уровня работоспособности при наступлении временных отказов в деятельности.

Введение этого показателя связано также с возможностью самоконтроля оператором своих действий и исправлением допущенных ошибок. Показатель своевременности действия оператора основан на оценке продолжительности, скорости достижения определенной цели, нарушение которых рассматривается как ошибка. При выполнении циклических заданий, показатель продолжительности или количества рабочих циклов в единицу времени имеет самостоятельное значение. Несвоевременное решение задачи может иметь место также при исправлении допущенных ошибок.

Готовность, то есть способность переходить в рабочее состояние в нужный момент, рассматривается как самостоятельный компонент надежности. В психологическом плане состояние готовности отражает процесс осознания целей деятельности, осмысливания и оценки условий предстоящих действий, актуализации опыта в решении аналогичных задач, прогнозирования собственных возможностей, мобилизации сил в соответствии с условиями и целями деятельности. Одним из наиболее важных и сложных является вопрос о критериях надежности человека.

Поиск этих критериев предполагает изучение не только задействованных, но и потенциальных качеств человека, анализ его резервов, которые изменяются в процессе жизни и деятельности. Сложности обуславливаются ограниченной возможностью использования для этой цели аналитических данных и необходимостью учета динамического взаимодействия ансамбля функций.

Чрезвычайно трудным является также выявление степени устойчивости той или иной функции, качества, свойства человека-оператора. Надежность человека-оператора нельзя охарактеризовать на основе количественных показателей, которые используются для оценки технических систем. Только после качественного анализа трудового процесса, выявления его наиболее сложных этапов, изучения структуры деятельности и отдельных действий представляется возможным произвести количественную оценку надежности.

Для этого используются следующие критерии: число заданий, выполняемых без ошибок; число ошибок за определенный промежуток времени или отрезок деятельности; среднее рабочее время между двумя ошибками; вероятность работы без ошибок в течение определенного промежутка времени или отрезка деятельности. Возрастающее значение особенностей функциональных состояний человека в обеспечении успешности операторской деятельности обуславливают необходимость использования понятия «функциональная надежность» при изучении и оценке роли человека в системах управления.

Функциональная надежность - это свойство функциональных систем человека-оператора обеспечивать его динамическую устойчивость в выполнении профессиональной задачи в течение определенного времени с заданным качеством. Данное свойство проявляется в адекватном требованиям деятельности уровне развития профессионально значимых психических и физиологических функций и механизмов их регуляции в нормальных и экстремальных условиях.

Функциональная надежность имеет двойное смысловое содержание:

- *во-первых*, с помощью этого понятия определяется относительно самостоятельная и важная роль в обеспечении профессиональной надежности состояния функциональных систем организма, его профессионально важных функций;

- *во-вторых*, это понятие отражает значение надежности, устойчивости функций организма в условиях профессиональной деятельности, степени адекватности их реагирования на условия и содержание рабочего процесса, уровня гомеостатической и адаптивной регуляции организма в условиях воздействия внешних и внутренних факторов деятельности. Иначе говоря, понятие функциональной надежности отражает характер энергетического и информационного приспособления человека к процессу управления объектом.

Проблема функциональной надежности человека-оператора основывается на изучении таких аспектов, как устойчивость профессионально значимых психологических и физиологических качеств и функций человека, его работоспособности, влияния измененных функциональных состояний и организации деятельности (режимов, нагрузок и т.п.) на рабочие показатели оператора, значение индивидуально-психологических характеристик личности на формирование и сохранение профессиональной надежности и т.д. Разделение надежности по производственному и функциональному признаку обеспечивает целостный подход к анализу эффективности деятельности человека-оператора.

Вопросы для самопроверки:

1. Функциональные резервы организма – это...
2. Что является морфофункциональной основой функциональных резервов организма?
3. Какие подсистемы включает система функциональных резервов организма?
4. Что обозначает термин «надежность деятельности человека-оператора»?
5. Рассматривается ли готовность, то есть способность переходить в рабочее состояние в нужный момент, в качестве самостоятельного компонента надежности?
6. Основными интегральными показателями, характеризующими результирующие и процессуальные проявления деятельности человека-оператора, являются эффективность и качество деятельности. Так ли это? Или Вы можете добавить что-то еще?
7. Показатель качества характеризует конечный продукт труда (его потребительские или технологические свойства). Вы согласны с этим утверждением? Добавьте к нему свое мнение.
8. Дайте характеристику понятию «функциональная надежность».

Заключение

Функциональные состояния организма оператора в определяющей мере зависят от трех основных условий. От таких, как:

- условия труда;
- сама деятельность как процесс расходования рабочей силы;
- эргономичность систем «человек-машина».

Первые две группы рассмотрены в учебнике, в третья группа требует пояснения. Дело в том, что *эргономичность* - это целостная эргономическая характеристика системы «человек-техника-среда» (СЧТС). Она представляет собой иерархическую динамическую структуру, включающую несколько уровней, каждый из которых обладает определенной качественной спецификой, не сводимой к механическому объединению ее составляющих.

Эргономичность формируется на основе интеграции эргономических свойств и показателей. Эргономические свойства и показатели каждого предыдущего уровня являются основой формирования эргономических показателей последующего уровня. Здесь действует тот же общий принцип, которому подчиняются межуровневые отношения структуры деятельности человека и который состоит в том, что наличный высший уровень всегда остается ведущим, но он может реализовать себя только с помощью уровней нижележащих и в этом от них зависит.

Только *единичные эргономические показатели* представляют собой те или иные конкретные реальные материализованные характеристики системы СЧТС, которые можно измерить.

Групповые же эргономические показатели, эргономические свойства и интегральная характеристика «эргономичность» представляют собой определенные абстракции, не имеющие материальной основы, которые реально нельзя увидеть или потрогать руками. Они введены для того, чтобы можно было как-то разделить многочисленные единичные показатели на группы с учетом механизмов их влияния на выходные показатели функционирования СЧТС. Данные показатели и свойства можно оценить только относительными оценками (баллами, процентами и т.п.).

К групповым показателям эргономичности таких систем относятся социально-психологический, психологический, физиологический, психофизиологический, антропометрический и гигиенический показатели.

Социально-психологический показатель включает:

- соответствие конструкции машины и организации рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия;
- степень опосредованности межличностных отношений содержанием совместной деятельности по управлению машиной.

Психологический показатель включает: соответствие машины возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики работающего человека, закрепленным и вновь формируемым навыкам человека.

Физиологический показатель включает соответствие машины силовым, скоростным и энергетическим возможностям и особенностям человека.

Психофизиологический показатель включает соответствие машины зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека.

Антропометрический показатель включает соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, распределению его веса.

Гигиенический показатель включает показатели, характеризующие среду, в которой функционирует система «человек – машина», к ним относятся освещенность, вентиляция, температура, влажность, давление, напряженность магнитного и электрического полей, запыленность, радиация, токсичность, шум, вибрация, невесомость и др.

Комплексными показателями эргономичности являются:

по управляемости:

- среднее время или коэффициент занятости человека-оператора выполнением определенной единицы технологического процесса;
- вероятность выполнения человеком-оператором единицы технологического процесса с заданным качеством;
- производительность или норма времени на единицу труда;

по обслуживаемости:

- среднее оперативное время занятия человека подготовкой техники к применению;
- среднее оперативное время занятости восстановлением или профилактикой;

по освояемости:

- среднее календарное время профессиональной подготовки человека-оператора;
- уровень квалификации человека, необходимый для обслуживания техники.

Эргономическими свойствами СЧМ являются (управляемость, освояемость, обслуживаемость, обитаемость).

Управляемость определяет:

- соответствие распределения функций между человеком (группой) и машиной оптимальной структуре их взаимодействия при достижении поставленных целей, которые обеспечивают ведущую роль человека;
- соответствие конструкции машины (отдельных ее элементов) и организации рабочего места оптимальной психофизиологической структуре и процессу деятельности человека 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 человека;
- соответствие задаваемых машиной темпов и ритмов трудовых процессов оптимальной временной структуре работающих людей.

Обслуживаемость определяет соответствие конструкции машины (или отдельных ее элементов) оптимальной психофизиологической структуре деятельности по ее эксплуатации, обслуживанию и ремонту. Следовательно, необходимо учитывать, что одна и та же машина обязательно будет входить составной частью в несколько различных человеко-машинных систем, таких как «оператор-управленец-машина», «оператор-наладчик-машина», «оператор-ремонтник-машина», и создавать комфортные условия для работы всех названных типов пользователей.

Освояемость определяет:

- заложенные в машине и эксплуатационной документации возможности быстрее ее освоения на основе 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 возможности для развития и совершенствования профессионально важных качеств.

Обитаемость определяет:

– соответствие условий функционирования машины биологически оптимальным параметрам рабочей среды, обеспечивающим человеку нормальное развитие, хорошее здоровье и высокую работоспособность;

– уменьшение или ликвидацию вредных для природной среды условий функционирования машины.

С эргономическими показателями непосредственно связаны *эргономические требования*, характеризующие необходимость учета в конструкции технического звена СЧТС или в организации рабочего места человека-оператора тех или иных конкретных особенностей человека.

Эргономические требования (ЭТ) определяются свойствами человека-оператора и устанавливаются с целью оптимизации его деятельности. Они являются базовыми при проектировании СЧТС на основе антропоцентрического подхода.

Под эргономическими требованиями к СЧТС понимаются требования к СЧТС, ее отдельным подсистемам, оборудованию, рабочей среде, определяемые свойствами человека и устанавливаемые для его эффективной и безопасной деятельности.

Поскольку динамика функциональных состояний оператора зависит от эргономичности системы «человек-машина» и оказывает существенное влияние на работоспособность, качество и эффективность деятельности, эргономические требования должны обязательно учитываться при проектировании и разработке техники. Она должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека.

Литература

1. Апробация методики оценки психофизиологического состояния оператора при виртуализации рабочего информационного пространства/И.В. Тарасова, М.С. Никитенко, О.А. Трубникова [и др.]/Фундаментальная и клиническая медицина. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 66-74.
2. Баранов Ю.Н. Определение психофизиологических характеристик операторов технических систем/Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, А.А. Каплина//Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем: сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 30–31 мая 2019 год/Юго-Западный государственный университет. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 124-127.
3. Благинин, А.А. Надежность профессиональной деятельности операторов сложных эргатических систем: монография/А.А. Благинин. – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2006. – 144 с.
4. Благинин А.А. Психофизиологическое обеспечение надежности профессиональной деятельности операторов сложных эргатических систем: специальность 19.00.03 «Психология труда, инженерная психология, эргономика»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора психологических наук/Благинин Андрей Александрович. – Санкт-Петербург, 2005. – 42 с.
5. Бойко Ю.И. Психофизиологические основы профессиональной деятельности операторов электроподвижного состава/Ю.И. Бойко, В.И. Лыиков//Физическая культура и спорт в современном обществе: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Хабаровск, 22 марта 2019 года/Под редакцией С.С. Добровольского. – Хабаровск: Дальневосточная государственная академия физической культуры, 2019. – С. 38-43.
6. Вишневецкий Д.А. Система мониторинга психофизиологического состояния оператора металлургической отрасли программными средствами/Д.А. Вишневецкий, Б.А. Сахаров, Н.А. Бондарь//Инновационные перспективы Донбасса: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции, Донецк, 21–23 мая 2019 года. Том 3. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2019. – С. 143-146.
7. Волков С.С. Методика оценки психофизиологического состояния операторов систем специального назначения/С.С. Волков//Вестник Московского авиационного института. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 174-183.
8. Волков С.С. Оценка психофизиологического состояния оператора эргатической системы наземного комплекса/С.С. Волков//Вестник Московского авиационного института. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 158-165.
9. Воронина Е.В. Научная организация педагогического труда. Педагогическая эргономика: учебное пособие для вузов/Е.В. Воронина. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. - 129 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09623-1. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/539455>
10. Зубов В.А. Психофизиологический аспект профессиональной деятельности оператора инспекционно-досмотрового комплекса/В.А. Зубов, А.Р. Минасян//Ученые записки Санкт-Петербургского им. В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. – 2019. – № 4 (72). – С. 16-19.
11. Инженерная психология и эргономика: учебник для вузов/Е.А. Климов [и др.]; под редакцией Е.А. Климова, О.Г. Носковой, Г.Н. Солнцевой. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2025. – 245 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16235-6. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/562757>

12. Караяни А.Г. Психологические и психофизиологические особенности деятельности операторов боевых беспилотных летательных аппаратов/А.Г. Караяни, А.Ф. Караваев//Психопедагогика в правоохранительных органах. – 2021. – Т. 26, № 1(84). – С. 6-15.
13. Котлярова Л.Н. Психофизиологические возможности человека-оператора в экстремальных условиях деятельности/Л.Н. Котлярова//Личность в экстремальных условиях и кризисных ситуациях жизнедеятельности. – 2019. – № 9. – С. 22-28.
14. Кругликов В.Н. Инженерная педагогика: учебное пособие для вузов/В.Н. Кругликов. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 198 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15051-3. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/544609>
15. Макарова О.А., Разина Т.В. Психофизиологические качества в профессиональной деятельности оператора получения непрерывного стекловолокна//Человеческий капитал, 2023. - №8 (176). – С. 235-243.
16. Макарова О.А. Безопасность профессиональной деятельности оператора/О.А. Макарова//Заметки ученого. – 2021. – № 9-2. – С. 87-92.
17. Методики развития профессионально-важных качеств водителей городского пассажирского транспорта/М.Н. Дятлов, Р.А. Кудрин, О.А. Шабалина [и др.]//Прогрессивные технологии в транспортных системах: Материалы XVII международной научно-практической конференции, Оренбург, 17-18 ноября 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 209-216.
18. Медведев В.И. Социальная экология. Экологическое сознание: учебное пособие для вузов/В.И. Медведев, А.А. Алдашева. - 3-е изд., испр. и доп.- М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 335 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-06428-5. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/540725>
19. Михалев А.В. Особенности сформированности профессионально важных качеств курсантов с высокими показателями профессиональной подготовленности и успеваемости в обучении/А.В. Михалев/Научные труды Республиканского института высшей школы. Исторические и психолого-педагогические науки. – 2020. – № 20-3. – С. 212-219.
20. Надежность деятельности человека-оператора
<https://forpsy.ru/works/referat/nadejnost-deyatelnosti-cheloveka-operatora/>
21. Науменко А.Е. Психофизиологические корреляты предрасположенности операторов к развитию критического уровня утомления/А.Е. Науменко, А.Е. Клаучек, М.С. Костюченко//Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 29-32.
22. Научные исследования: информация, анализ, прогноз/Под общей редакцией профессора О.И. Кирикова. - Воронеж, - 2008. - Том. 19. – 404 с.
23. Одегов Ю.Г. Эргономика: учебник и практикум для вузов/Ю.Г. Одегов, М.Н. Кулапов, В.Н. Сидорова. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 157 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8258-9. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/537100>
24. Пряжникова Е.Ю. Психология труда: теория и практика: учебник для вузов/Е.Ю. Пряжникова. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 520 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-17786-2. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/533737>
25. Психология труда: учебник и практикум для вузов/С.Ю. Манухина [и др.]; под общей редакцией С.Ю. Манухиной. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 485 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-7215-3. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].
URL: <https://urait.ru/bcode/536009>
26. Психология труда, инженерная психология и эргономика: учебник для вузов/Е.А. Климов. [и др.]; под редакцией Е.А. Климова, О.Г. Носковой, Г.Н. Солнцевой. - 2-е изд.,

перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2025. - 661 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15490-0. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].

URL: <https://urait.ru/bcode/568325>

27. Психофизиология труда: Учебник – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 128 с.). - Чвякин В.А. 2021. – Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/Psychophysiology.pdf>. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10". ISBN 978-1-7948-3964-9

28. Семенов Д.Г. Психофизиологическое состояние операторов при ротации рабочих недель «день – вечер»/Д.Г. Семенов, Е.Д. Втулкина//Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 6. – С. 82-87.

29. Сердюк В.С. Эргономические основы безопасности труда: учебное пособие для вузов/В.С. Сердюк, А.М. Добренко, Ю.С. Белоусова. - 2-е изд. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 116 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-17380-2. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].

URL: <https://urait.ru/bcode/542644>

30. Социальные контуры цифрового будущего. - М.: Спутник+, 2022. - 225 с.

31. Факторы надежности профессиональной деятельности операторов//Музыкальное кондиционирование в психологическом сопровождении профессиональной деятельности операторов: Монография. – Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, 2020. – С. 7-36.

32. Физиологические основы трудовой деятельности [Электронный ресурс]: учебник – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 116 с.). - В.А. Чвякин. 2024. – Режим доступа: http://scipro.ru/conf/labor_activity7_24.pdf. - Сист. требования: Adobe Reader; экран 10"

DOI 10.54092/9785907607774

33. A multimodal and signals fusion approach for assessing the impact of stressful events on Air Traffic Controllers / G. Borghini, G.Di Flumeri, P. Aric [et al.]//Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10, No. 1. – P. 1-18.

34. Evaluating the Contribution of Human Factor to Performance Characteristics of Complex Technical Systems/L.S. Kuravsky, G.A. Yuryev, V.I. Zlatomrezhev [et al.]//Моделирование и анализ данных. – 2020. – Vol. 10, No. 1. – P. 7-34.

35. Features of the psychophysiological status of subjects of extreme activity / S.V. Kotovskaya, I.M. Boyko, I.G. Mosyagin, A. I. Khokhrina//Морская медицина. – 2021. – Vol. 7, No. 1. – P. 60-68.

36. Hu, X. Detecting fatigue in car drivers and aircraft pilots by using non-invasive measures: The value of differentiation of sleepiness and mental fatigue /X. Hu, G. Lodewijks//Journal of Safety Research. – 2020. – Vol. 72. – P. 173-187.

37. Novikova N.M. Study of performance and assessment of the state of higher nervous activity of the human operator in the «man-display» system / N.M. Novikova//Journal of Physics: Conference Series: Current Problems, Voronezh, 07–09 декабря 2020 года. – Voronezh, 2021. – P. 012081.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОПЕРАТОРА

В.А. Чвякин

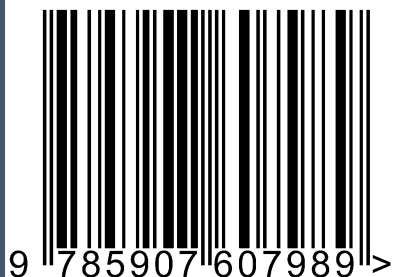
Учебник

Главный редактор: Краснова Наталья Александровна – кандидат экономических наук, доцент, руководитель НОО «Профессиональная наука»

Технический редактор: Гусева Ю.О.



ISBN 978-5-907607-98-9



9 785907 607989 >

Усл. печ. л 9,3

Объем издания 14,9 МВ

Оформление электронного издания:

НОО Профессиональная наука, mail@scipro.ru

Дата размещения: 10.02.2025 г.

URL: http://scipro.ru/conf/functional_operator02_25.pdf