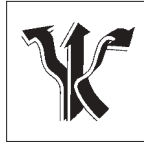


МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

В. Г. Ткачук, В. Е. Хапко

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ ТРУДА

Конспект лекций

Киев 1999

ББК 28.707.3я73

T48

Рецензенты: *А. Н. Лапутин*, д-р биол. наук, проф.
И. С. Кучеров, д-р биол. наук, проф.

Ответственный редактор *И. В. Хронюк*

Ткачук В. Г., Хапко В. Е.

T48 Психофизиология труда: Конспект лекций. — К.: МАУП, 1999. —
88 с. — Библиогр.: с. 85.

ISBN 966-7312-79-8

В конспекте лекций кратко изложен материал по психофизиологии труда — вопросы эффективности рабочей позы и профессиональных действий, влияние отрицательных факторов на состояние работоспособности человека, особенности обучения, профессионального отбора и другие особенности психофизиологии трудовой деятельности.

Для студентов, аспирантов и преподавателей специальности “Психология и социальная психология”.

ББК 28.707.3я73

У конспекті лекцій коротко викладено матеріал із психофізіології праці — питання ефективності робочої пози та професійних дій, вплив негативних чинників на стан працездатності людини, особливості навчання, фахового відбору та інші особливості психофізіології трудової діяльності.

Для студентів, аспірантів та викладачів спеціальності “Психологія та соціальна психологія”.

© В. Г. Ткачук, В. Е. Хапко, 1999

© Я. С. Уласик, А. В. Овчинников
(дизайн обложки), 1999

© Межрегиональная Академия
управления персоналом (МАУП), 1999

ISBN 966-7312-79-8

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс, обусловивший резкое повышение скорости управляемых процессов, предъявляет повышенные требования к скорости и точности действий работника, которые нередко превосходят возможности воспринимающих аппаратов человека. Вместе с тем технический прогресс исключает большие энергетические затраты со стороны работника, управляющего производственным процессом. В этой связи показатели механической работы и энергетики двигательного аппарата человека все больше утрачивают свое значение при оценке тяжести выполняемой им работы. Увеличение нагрузки на психическую деятельность ставит задачу установления принципиально новых критериев для решения вопроса о степени тяжести труда в условиях управления сложными системами.

Как бы ни были могущественны производительные силы, человек остается центральным звеном в любой системе управления производственными процессами. Однако трудовая деятельность человека в связи с научно-техническим прогрессом, как мы видим, значительно изменилась и предъявляет теперь более высокие требования к психофизиологическим функциям и процессам. Поэтому роль таких современных научных дисциплин, как психология и физиология труда в настоящее время значительно возросла. Знание их основ — необходимое условие научного решения важнейших вопросов в области организации труда и управления. Как физиология, так и психология труда составляют фундамент системы научной организации труда, которая призвана наилучшим образом соединить технику и людей в единый производственный процесс. Система

“человек — техника — среда” только тогда наиболее эффективна, когда основывается на психологических и физиологических знаниях.

Цель научной организации труда — создать наиболее благоприятные производственные условия, которые обеспечивали бы оптимальный уровень работоспособности и сохранности здоровья человека, занятого трудовой деятельностью. В успешном решении этой задачи важное место занимают также требования психологии и физиологии труда.

В деятельности деловых людей знание основных закономерностей влияния условий производственной обстановки, оборудования, рабочих поз и действий, типологических особенностей высшей нервной деятельности работников, причин появления и специфики проявления тех или иных психических состояний и их физиологической базы очень важно для качественного выполнения ими функциональных обязанностей.

Тема 1. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Скелетные мышцы состоят из мышечных клеток, называемых волокнами. Волокна соединены в пучок и покрыты оболочкой из соединительной ткани. В состав каждой мышцы входит от ста до десятков тысяч волокон.

Диаметр мышечного волокна колеблется от 12 до 70 мкм, а его длина в зависимости от формы и размера мышцы может достигать 10–12 см. Каждое мышечное волокно окружено тонкой эластичной оболочкой — *сарколеммой*. Внутри волокна находится *саркоплазма*, включающая специфические структуры. Длинные нитевидные образования, тянущиеся от одного конца волокна к другому, называются *миофибриллами*. Каждая миофибрилла состоит из еще более тонких нитей различного диаметра — *протофибрилл*. Толстые протофибриллы состоят из белка миозина, а тонкие — из белка актина. Они расположены в строгом порядке по всей длине миофибриллы, что придает волокну поперечно-полосатую исчерченность. Поэтому **скелетные мышцы и называются поперечно-полосатыми**. Нити актина и миозина являются сократительным аппаратом мышечного волокна. Концы нитей актина входят в промежутки между нитями миозина.

В состав мышечной клетки входят *митохондрии*. Они играют важную роль в окислительных процессах и энергетическом обмене. В мышечном волокне много ядер.

Мышечное волокно характеризуется такими физиологическими свойствами: *возбудимостью*, т. е. способностью отвечать возбуждением на раздражение; *проводимостью*, т. е. способностью проводить возбуждение в обе стороны от места раздражения по всей длине; *сократимостью*, т. е. способностью сокращаться или изменять степень напряжения при возбуждении.

Скелетные мышцы — активная часть двигательного аппарата. Они выполняют такие функции: перемещают тело в пространстве (ходьба, бег, прыжки, плавание); перемещают части

тела относительно друг друга (движения конечностей, головы, туловища и т. д.); поддерживают положение тела в определенной позе (сидячей, стоячей и т. д.).

Функция нервного волокна состоит в проведении импульсов, что подчинено определенным закономерностям.

1. Закон двустороннего проведения возбуждения: возбуждение распространяется по нервному волокну в обе стороны от места нанесения раздражения.

2. Закон изолированного проведения возбуждения: возбуждение распространяется только по одному нервному волокну, не переходя на другие.

3. Закон физиологической непрерывности: для проведения возбуждения необходима структурная и функциональная целостность нервного волокна. Нервное волокно практически не утомляемо; его работоспособность по сравнению с другими возбудимыми тканями значительно выше.

Основная функция мышцы — сокращение, т. е. изменение напряжения. Для реализации этой функции необходимо, чтобы возбуждение перешло с нерва на мышцу. Это происходит в месте контакта окончания двигательного нерва с мышечными волокнами, который называется нервно-мышечным соединением. Каждое **нервно-мышечное соединение** состоит из мембран нервного окончания (пресинаптической мембраны) и мышечного волокна (постсинаптической мембраны), а также расположенной между ними синаптической щели.

Возбуждение с нерва на мышцу передается с помощью особого химического вещества, называемого *медиатором*. В нервно-мышечном соединении медиатором служит *ацетилхолин*. Он образуется в организме из витамина холина, относящегося к витаминам группы В. Ацетилхолин находится в пузырьках, расположенных в окончании двигательного нерва. Механизм передачи возбуждения состоит в следующем. Волна возбуждения по двигательному нерву поступает в его окончание и высвобождает ацетилхолин из пузырьков. Ацетилхолин через пресинаптическую мембрану входит в синаптическую щель и действует на постсинаптическую мембрану мышечного волокна. Под влиянием ацетилхолина изменяется ее электрический заряд, что вызывает возбуждение мышечного волокна.

Влияние ацетилхолина усиливается благодаря взаимодействию с особым веществом, находящимся в мышечной мембране, — *холинорецептором*.

Возбуждение, передающееся с нерва на мышцу, характеризуется, во-первых, низкой скоростью проведения, которая в тысячи раз меньше, чем в нервном волокне (замедление проведения возбуждения в нервно-мышечном соединении вызвано необходимостью накопления ацетилхолина в нервном окончании), во-вторых, проведением возбуждения только в направлении нерв—мышца, что обусловлено строением пресинаптических и постсинаптических мембран (в нерве и мышце возбуждение проводится в обе стороны от места раздражения).

В настоящее время механизм мышечного сокращения принято объяснять с позиций теории скольжения.

Напомним, что сократимость — это способность мышечной ткани сокращаться или изменять напряжение при возбуждении. В основе мышечного сокращения лежит движение нитей актина относительно нитей миозина. В состоянии покоя длинные тонкие нити актина входят своими концами в промежутки между толстыми и короткими нитями миозина. При сокращении мышцы нити актина начинают сближаться, скользя между миозиновых нитей, и вдвигаются в промежутки между ними. В результате мышца сокращается. Сами нити актина не укорачиваются. Изменяется лишь расстояние между их концами: при сокращении оно уменьшается, при растяжении — увеличивается.

Сокращение мышечного волокна происходит за счет энергии, образующейся в результате сложных химических превращений. Источником энергии для скольжения нитей актина, а следовательно, и для мышечного сокращения, является *аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)*.

Одинокое раздражение мышцы вызывает ее одинокое сокращение. В нем различают фазу сокращения и фазу расслабления. Сокращение мышцы начинается несколько позже раздражения. Интервал между раздражением и началом сокращения называется *латентным периодом*. В это время в мышце происходят процессы, подготавливающие ее к сокращению. Сила одиночного сокращения зависит от количества мышечных волокон, входящих в состав двигательной единицы: чем больше

волокон, тем больше сила сокращения. Продолжительность сокращения зависит от свойств двигательной единицы, и медленные двигательные единицы сокращаются примерно в четыре раза дольше, чем быстрые.

Пока частота раздражений мышцы не превышает определенной величины, мышца отвечает на каждое раздражение одиночным сокращением. При повышении частоты импульсации двигательная единица начинает отвечать тетаническим сокращением, при котором каждое новое сокращение начинается еще до окончания предыдущего, и в результате целая серия сокращений как бы сливается в одно. При тетаническом сокращении напряжение мышечных волокон больше, чем при одиночном.

После тетанического сокращения длина мышечных волокон восстанавливается не сразу. Это явление получило название *послететанической контрактуры*.

При работе в режиме одиночных сокращений мышца успевает восстановить работоспособность, так как каждое последующее сокращение наступает после фазы расслабления. При таком режиме работа мышцы может продолжаться долго. При работе в режиме тетанических сокращений каждое последующее сокращение начинается до окончания предыдущего, поэтому восстановительные процессы в мышце не успевают произойти. Такая работа долго продолжаться не может.

Механическая реакция мышцы на возбуждение сводится к ее укорочению (сокращению) или напряжению. Та или иная форма внешнего проявления возбуждения мышцы зависит от режима ее деятельности. Различают три режима мышечной деятельности.

При отсутствии препятствий для укорочения мышцы происходит ее сокращение. Напряжение мышцы остается постоянным, а длина уменьшается. Такой *режим* мышечной деятельности называется *изотоническим*. Примером изотонического сокращения является свободное поднятие мышцей груза.

При невозможности укорочения мышцы в ней изменяется напряжение. Длина мышцы остается постоянной, а напряжение возрастает. Это *изометрический режим* мышечной деятельности.

Режим, при котором мышца изменяет напряжение и укорачивается, называется *ауксотоническим*.

Изотонический режим деятельности мышц в чистом виде практически не встречается. Изометрический режим имеет место при статической работе. Наиболее распространен ауксотонический режим деятельности мышц.

Трудовые процессы требуют чрезвычайно тонкой регуляции мышечного напряжения.

Во-первых, мышечное напряжение зависит от количества активных, т. е. работающих, двигательных единиц. В состав двигательной единицы входят нервная клетка (мотонейрон), нерв (аксон), нервно-мышечное соединение (синапс), мышечное волокно (миофибрилла). В состав одной мышцы входит несколько тысяч двигательных единиц. Обычно только часть из них находится в активном состоянии. Как правило, в обычных условиях напряжение мышцы обеспечивают малые двигательные единицы, имеющие более низкий порог возбуждения. Чем больше активных двигательных единиц (малых и больших), тем больше напряжение мышцы.

При этом может иметь значение и регуляция выбора активизируемых двигательных единиц, участие которых в обеспечении напряжения будет наиболее эффективным. Все двигательные единицы, входящие в состав одной мышцы, различаются по скорости и силе сокращения, местоположению в мышце, местам прикрепления их мышечных волокон. Выбор тех или иных двигательных единиц в конкретной ситуации имеет большое значение для обеспечения мышечного напряжения.

Во-вторых, мышечное напряжение определяется режимом активности двигательных единиц, которое, в свою очередь, зависит от частоты импульсации управляющего ею *мотонейрона*: чем выше частота импульса, тем больше активность двигательной единицы и тем большее напряжение возникает в ее мышечных волокнах.

В-третьих, в регуляции мышечного напряжения играет роль согласование активности разных двигательных единиц во времени. Двигательные единицы могут сокращаться одновременно (синхронно) и поочередно (асинхронно). Синхронное сокращение группы двигательных единиц обеспечивает большее напряжение, чем асинхронное. При асинхронной работе двигательных мышц дольше поддерживается постоянство напряжения,

движения совершаются более плавно. В обычных условиях большинство двигательных единиц работает асинхронно. При утомлении они начинают работать синхронно. Внешне это выражается в нарушении плавности и точности движений, в возникновении дрожания (тремора).

Мышцы как физические тела обладают рядом механических свойств — упругостью, вязкостью, ползучестью, релаксацией. Как биологические объекты мышцы проявляют свойства возбудимости и сократимости. Все названные свойства тесно взаимосвязаны.

Упругость проявляется в возникновении напряжения в мышце при ее деформации под действием нагрузки, *вязкость* — в замедлении деформации внутренними силами. *Ползучесть* — это свойство мышцы изменять с течением времени соотношение “длина — напряжение”: нагруженная (напряженная) мышца имеет соответствующую длину; через некоторое время при той же нагрузке и напряжении эта длина увеличивается. *Релаксация* заключается в том, что растянутая мышца, сохраняя длину, постепенно с течением времени уменьшает свое напряжение, расслабляется.

Совокупность этих механических свойств во всевозможных сочетаниях в различных условиях, в сущности, и есть то, что называется *эластичностью* мышцы. Высокоэластичной мышце свойственны значительная растяжимость, большая жесткость при сильном растягивании и малые потери энергии при деформациях.

Мышцы, влияющие на движения, как правило, функционируют не изолированно, а группами. Взаимодействие мышц осуществляется внутри групп, а также между группами мышц.

Мышцы, окружающие сустав, при движении разделяются на функциональные группы: *синергисты* (совместного действия), выполняющие преодолевающую работу, и их *антагонисты* (противоположного действия), выполняющие уступающую работу.

Совместная тяга группы мышц и действие других внешних сил для звена сил определяют в любом суставе величину скорости, а в суставах со многими степенями подвижности — еще и направление движения.

Напряжение синергистов при разных сопротивлениях изменяется соответственно изменению сопротивления, антагонисты же напрягаются преимущественно при уменьшающемся сопротивлении (силы инерции), а также при общих больших нагрузках на сустав.

Все сопротивления движению по величине разделяются на постоянные, увеличивающиеся и уменьшающиеся. Примерами *постоянных сопротивлений* служат вес, сила трения. Пример *увеличивающихся сопротивлений* — нарастающие силы упругой деформации. В обоих случаях противодействие антагонистов при регулировании скорости не является необходимым. Действительно, антагонисты при постоянных и нарастающих сопротивлениях не включатся в работу (пока их сильно не растянут). При уменьшающихся же сопротивлениях антагонисты быстрее вступают в работу — притормаживают звено и этим обеспечивают точность движения, предупреждая травму в случае предельно быстрого окончания движения.

Напряжения синергистов в этих трех случаях соответствуют сопротивлениям (постоянные, нарастающие, убывающие). Время включения мышц в работу и выключения из нее зависит от конкретных условий движения.

Роль инерционных и упругих сил при медленных и быстрых движениях не одинакова. Согласование работы синергистов и антагонистов в зависимости от скорости движения существенно различается. Поэтому участие мышц в медленных и быстрых движениях, даже одинаковых по форме, различно.

Моменты включения мышцы в работу и выключения из нее определяются зоной ее активности и оптимальной зоной, что приводит по ходу движения к постоянному изменению тяги мышц — перераспределению напряжений.

Каждая мышца имеет в определенном движении свою зону активности, в пределах которой она может выполнять необходимую для этого движения функцию. Границы этой зоны могут составлять пределы возможного размаха движения или позы, по достижении которых мышца уже не в состоянии осуществлять требуемую для данного движения функцию, хотя звено еще способно продолжать движение в этом направлении. Границы зоны активности в многоосном суставе определяются

сменой функции мышц в момент их наименьшей длины. Если движение звена продолжается далее этой границы, то и режим мышцы меняется (с преодолевающей работы на уступающую или наоборот).

Кроме того, у каждой мышцы есть оптимальная зона действия при определенном режиме работы. В этой зоне ее тяга в данном движении наиболее эффективна. Границы оптимальной зоны зависят от условий эффективности работы мышцы: от того, как она растянута, под каким углом тянет (каково ее плечо силы).

В пределах оптимальной зоны различают еще акцентированный участок, где момент силы тяги мышцы наибольший. Местоположение этого участка зависит зачастую от согласования одних движений с движениями других звеньев.

При входе в соответствующую зону мышца обычно возбуждается, а выходя из нее — выключается из активной деятельности; при этом ее напряжение изменяется. Следовательно, распределение напряжений в группе мышц определенного сустава по ходу движения также изменяется. Нервной системой вносятся необходимые уточнения как моментов включения мышц в работу и выключения из нее, так и величины напряжения (вызванные координационным несоответствием тяге других мышц сустава).

***Тема 2.* РАБОЧИЕ ПОЗЫ И ДВИЖЕНИЯ**

Рабочее место представляет собой первичное звено в общей системе организации производственного процесса. Оно имеет пространственную ограниченность в виде участка производственной площади, на которой трудится работник. На этом участке находятся необходимые для выполнения рабочих операций средства производства.

На рабочем месте между человеком и окружающей средой происходит непосредственное взаимодействие, которое предполагает расходование рабочей силы, затрату труда в конкретной его форме. Поэтому изменения физиологических и психических функций прямо и непосредственно зависят как от характера выполняемой операции, так и от условий труда на рабочем месте, от того, насколько оно рационально организовано.

Планируется рабочее место с учетом двух принципиальных положений: оно должно создавать максимум удобств для работника при выполнении им производственного задания; при этом нужно исходить из того, что рабочее место имеет органическую связь с другими рабочими участками. Кроме того, необходимы данные антропометрии: сведения о размерах человеческого тела, длине головы, корпуса, туловища, рук, ног, их составных. Все эти сведения сгруппированы по различным признакам: росту, полу и этнографическому критерию.

При решении вопроса о рабочей позе и сенсомоторном поле учитываются данные о возможностях человека воздействовать на компоненты рабочего места, используя свой двигательный аппарат.

Нормальная рабочая зона при выполнении работы в позе сидя определяется на основе антропометрических данных. При этом предусматривается свободное пространство для размещения ног работника под рабочей плоскостью, а также соответствующая высота рабочей поверхности.

Кроме того, необходимы данные биомеханики: сведения о степенях свободы опорно-двигательного аппарата, траекториях движения конечностей, осях и величине углов при движениях глазных яблок, рычагах, действующих с помощью костно-мышечного аппарата и суставов, силе различных мышечных групп и т. п. Все эти сведения в комплексе с техническими науками позволяют разработать научно обоснованные рекомендации, касающиеся организации рабочего места, и требования к рабочему оборудованию и рабочей мебели.

Любая рабочая поза человека является такой формой физиологической активности, которую А. Ухтомский назвал *оперативным покоем*. Это означает, что постоянство и устойчивость позы связаны не с нулевой активностью организма, а с

готовностью к немедленному, эффективному, заранее запланированному рабочему действию.

В практике производственной деятельности были эмпирически найдены такие рабочие позы, которые наилучшим образом соответствуют мобилизации внимания и мышечной силы для решения определенных трудовых задач. Производственная целесообразность рабочей позы определяется спецификой производственного процесса и применяемой на производстве техникой, а физиологическая рациональность — физиологическими условиями. Перечислим важнейшие из них:

- удобство для развития необходимых для работы мышечных усилий;
- удобство для выполнения точных и достаточно быстрых действий руками;
- минимальный расход энергии;
- максимальная производственная результативность движений.

Значительные мышечные усилия (10–20 кг) при поднятии тяжести, преодолении сопротивлений и т. п. удобнее производить в позе стоя. Усилия до 10 кг с равным успехом можно производить как стоя, так и сидя. При усилиях до 5 кг рекомендуется работать сидя, так как эта поза способствует повышению качества работы. Поза сидя требует меньшего мышечного напряжения, так как в этом случае центр тяжести верхней части туловища находится низко над площадью опоры (поверхность сидения), а площадь опоры (ограниченная буграми седалищных костей) сравнительно большая. Но при позе сидя резко уменьшается возможность изменения размеров и конфигурации площади опоры, реакция которой в значительной мере обеспечивает возможность ручного воздействия на предмет труда.

Для выполнения точных и быстрых движений более удобна поза сидя с возможно более полным исключением мышечных усилий, непосредственно не связанных с выполнением рабочих движений. Поскольку при позе сидя облегчается соблюдение равновесия и отпадает необходимость напряжения мышц для фиксации суставов ног, то эта поза требует для своего поддержания меньшего расхода энергии. Однако результативность позы стоя в отдельных случаях, как, например, при необходимости развивать значительные усилия, может быть выше.

Точные и эффективные движения рук достигаются при их передвижении в пределах полусферы, описанной полусогнутой в локтевом суставе рукой. При принятии сидячей позы не только повышается точность рабочих движений, снижаются расход энергии и утомление, но и предотвращается опасность развития таких патологических процессов, как плоскостопие и варикозное расширение вен. Тем не менее, сидячая поза не должна быть связана с вынужденным положением тела и дополнительными напряжениями мышц и связочного аппарата. Согнутое положение тела требует значительного напряжения мышц спины и шеи для поддержания головы и верхней части туловища в наклонном положении. Кроме того, ухудшается кровообращение во внутренних органах, сжимается грудная клетка и затрудняются дыхательные движения. При работе сидя следует сохранять прямое положение тела, так как в этом случае сравнительно меньше загружены и напряжены пассивные ткани двигательного аппарата, растяжение которых может стать необратимым и вызвать искривление позвоночника и деформацию позвонков. Однако поддержание рабочей позы сидя в выпрямленном положении связано с развитием повышенной мышечной активности и, следовательно, со значительным утомлением.

Рациональное разрешение этого противоречия на практике достигается чередованием рабочих поз. Для работников умственного труда можно рекомендовать работать более продолжительное время стоя, периодически используя стул для отдыха. Для работников, выполняющих легкие ручные операции, желательно организовать работу в основном сидя, чередуя ее с кратковременными периодами работы стоя.

Чтобы сохранить положение тела, человек должен находиться в равновесии. Положение тела определяется его позой, ориентацией и местоположением в пространстве, а также отношением к опоре. Следовательно, для сохранения положения тела человеку нужно фиксировать позу и не допускать, чтобы приложенные силы изменили позу и переместили его тело с данного места в каком-либо направлении или вызвали его поворот относительно опоры.

При сохранении положения к телу человека чаще всего приложены силы тяжести его тела и веса других тел, а также силы

реакции опоры, препятствующие падению. Без участия мышечных тяг сохраняются только пассивные положения. При активных положениях система взаимоподвижных тел (звеньев тела) благодаря напряжениям мышц как бы отвердевает. Мышцы человека своей статической работой обеспечивают сохранение и позы, и положения в пространстве.

Важное значение для высокой производительности труда человека имеет рационализация рабочего места. Под **рабочим местом** понимают часть производственной площади, оснащенной всем необходимым для выполнения определенного задания. В проектировании и организации рабочего места должны принимать участие физиологи труда, технологи, психологи, гигиенисты труда и другие вспомогательные службы.

На территории рабочего места должны размещаться следующие элементы.

1. Оборудование и основные устройства:
 - станки, агрегаты, стенды, столы и пр.;
 - вспомогательное оборудование (подъемные механизмы, защитные устройства и пр.).
2. Вспомогательные устройства и принадлежности:
 - шкафчики и полки для инструментов и приспособлений;
 - столики и ящики для предметов труда.
3. Приспособления и инструменты:
 - приспособления для крепления деталей, инструмент для наладки станков и пр.;
 - инструмент основной, мерительный, контрольный;
 - различные вспомогательные материалы.

Наиболее важные общепринятые требования к организации рабочего места:

- на рабочем месте в каждый данный момент должно быть все необходимое для непрерывной и высокопроизводительной работы;
- территория рабочего места должна быть такой, чтобы работающий при нормальных условиях производственного процесса не делал ни одного лишнего движения и в то же время не был стеснен ни в одном производственно необходимом движении;
- для экономии времени и усилий работника каждый элемент рабочего места должен быть расположен тем ближе к точке

его непосредственного применения, чем больше его вес, ниже транспортабельность и больше частота применения;

- каждый элемент рабочего места должен рационально располагаться по отношению к другим элементам и к работающему, чтобы он мог в любой момент легко достать любой инструмент или орган управления машиной;
- точка функционирования и линии движения работающего должны устанавливаться тщательно, с учетом условий экономии времени, усилий и требований физиологии труда.

К основным методам совершенствования рабочего места следует отнести совершенствование на основе антропометрических данных, данных биомеханики и данных о протекании психофизиологических процессов на основе ощущения комфорта.

***Тема 3.* ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТРАТЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Человек обладает физическими и духовными способностями, которые он реализует в процессе труда. Постоянное поддержание и восстановление этих способностей является важной составной частью воспроизводства рабочей силы. В свою очередь, это связано с удовлетворением материальных и духовных потребностей людей, что является целью любого производства.

В силу объективных причин, обусловленных прежде всего уровнем развития производительных сил, имеются различия в тяжести работ (в степени совокупного влияния на организм человека всех факторов, составляющих условия труда). Для правильного их решения большое значение имеет определение основных принципов, которые должны быть положены в основу измерения тяжести работы.

Для измерения тяжести работы нередко используют энергетический критерий. Так, тяжесть работы оценивают по величине грузопереработки или по количеству расходуемой человеком энергии (калориметрический метод). Первый способ основан на предположении, что между величиной мышечных усилий, требующих затрат определенного количества энергии, и степенью утомления рабочего существует прямо пропорциональная зависимость. Так, некоторые исследователи для классификации работ по тяжести пытались использовать законы механики. При этом как мера тяжести принималась работа, совершаемая по перемещению груза на определенное расстояние и выраженная в килограмм-метрах.

Такой расчет выполняемой человеком внешней механической работы принципиально неверен, так как процессы, протекающие в организме, очень сложны, и работа человека не может быть приравнена к работе механического устройства.

Чтобы учесть психофизиологические особенности человека, позже были дополнительно разработаны специальные формулы механической работы, учитывающие вес тела работающего, подъем и спуск с грузом или без него, повороты и наклоны корпуса тела, тягу, толкание груза и т. д.

Калориметрический метод определения тяжести работы основан на том, что выполняемая человеком работа сопровождается расходом тепловой энергии, источником которой является потребляемая пища.

Согласно энергетической классификации легкими считаются работы, требующие затрат энергии до 150 ккал/ч. К работам средней тяжести относятся такие, при которых энергозатраты находятся в пределах 150–250 ккал/ч. К категории тяжелых относятся работы, энергоемкость которых превышает 250 ккал/ч.

Разделение работ по энергоемкости на первый взгляд очень привлекательно четкостью и сравнительной простотой. Недостаток этого подхода заключается в том, что по затратам энергии можно в какой-то мере судить о тяжести работы только тогда, когда основным компонентом трудовой деятельности является динамическая работа, выполняемая крупными мышечными группами. Но даже и в этих случаях энергетическая стоимость работы сама по себе и только она одна не характеризует ее тяжести.

Сведений о перерабатываемом грузе и энергоёмкости физических усилий недостаточно для оценки тяжести работы. Эти сведения лишь характеризуют требования, которые предъявляются организму человека данной динамической физической нагрузкой. Может быть так, что довольно большая физическая нагрузка, выполняемая в благоприятных санитарно-гигиенических условиях, оказывается нормальной по степени влияния на организм. И, наоборот, небольшая физическая нагрузка, которая по энергетическому критерию расценивается как легкая или средняя, может оказаться тяжелой для организма, если она выполняется в неблагоприятных производственных условиях.

При статической работе и физической нагрузке на мелкие мышечные группы, и особенно при работах, связанных с нервным напряжением, количество расходуемой энергии тем более не может служить единственным и достаточным критерием оценки тяжести труда.

Таким образом, измерение одних лишь энергетических затрат у человека недостаточно для дифференциации работ по их тяжести. Возможны ошибки, когда работу в неблагоприятных условиях относят к легкой, и наоборот.

Недостаток существующего энергетического критерия состоит также в том, что он не позволяет судить, какое количество расходуемой энергии является нормальным, оптимальным и максимальным для человека. Энергетический критерий был лишь первым этапом в научном подходе к измерению тяжести работы.

Новым направлением в решении проблемы оценки тяжести работы являются исследования М. Лейника. По его мнению [6], физиологическим критерием тяжести работы может быть разность между двумя величинами, позволяющая определить напряжение функций, вызванное выполнением данной конкретной работы. Для измерения этого напряжения нужно определить минимальное значение функции (сердечно-сосудистой, нервной и мышечной систем) при покое, с одной стороны, и ее максимальное значение при выполнении работы — с другой. Для оценки тяжести работы необходимо учитывать главным образом степень напряжения наиболее нагруженной физиологической системы. Сведения о состоянии остальных физиологических систем можно использовать для дополнительных характеристик. М. Лейник полагал, что состояние нагруженной (“ведущей”)

физиологической системы характеризует напряженность не только ее самой, но и организма в целом.

Однако предположение о том, что напряжение одной функции дает достаточное количество информации, позволяющей судить о сущности тяжести работы, оказалось ошибочным. Дискуссионным является представление об исполнительных функциях как “ведущих”, так как эти функции являются “ведомыми” по отношению к регулирующей деятельности центральной нервной системы. Кроме того, для большинства физиологических показателей не установлены их максимально возможные сдвиги.

Как известно, мобилизация сердечно-сосудистой системы происходит и при физических усилиях, и при нервно-эмоциональном напряжении. На этом основании В. Розенблат предложил использовать удары пульса в качестве физиологического критерия тяжести работы. Однако надежность этого критерия невелика. У более тренированных рабочих происходит экономное вовлечение функций жизнеобеспечения.

Исследования многих гигиенистов и физиологов показывают также, что влияние комплекса производственных факторов отнюдь не равнозначно сумме влияния каждого из них в отдельности. Более того, указывается, что при одновременном комплексном применении нескольких вредных факторов (содержание каждого из которых в производственной среде может быть даже меньше допустимых санитарных норм) происходит более сильное неблагоприятное влияние на организм, чем при их изолированном действии.

Установлено, что одновременное воздействие шума и нервно-психического напряжения переносится организмом тяжелее, чем каждого из этих факторов в отдельности (в частности, изолированное воздействие значительного шума переносится организмом легче, с менее вредными последствиями для здоровья, чем совместное действие меньшего шума, но в сочетании с вибрациями).

Существующие аналитические оценки тяжести работы имеют общий недостаток: они не учитывают объективных данных о том, как именно различные факторы условий труда в отдельности и в комплексе влияют на организм человека. Поэтому классификации работ по условиям выполнения, построенные с

помощью аналитического критерия, пока не позволяют объективно учесть влияние условий труда на организм человека.

В настоящее время большинство физиологов труда вполне справедливо связывают тяжесть работы с утомлением. Нужно отметить, что понятие тяжести работы нередко распространяют только на трудовую деятельность с преобладанием нагрузки на мышечную систему. А труд с преимущественным напряжением высших отделов центральной нервной системы характеризуют понятием напряженности работы. Таким образом, предлагается говорить о *тяжести физического и напряженности умственного труда*.

Такое разделение условно. И действительно, в трудовой деятельности компоненты физической и умственной нагрузки не отделимы друг от друга и присутствуют при любой работе. Нужно иметь в виду, что трудовая деятельность человека всегда совершается при участии сознания даже при самой простой работе и самой высокой автоматизации рабочих актов. Это объясняется прежде всего социальным содержанием труда и конструктивными особенностями центральной нервной системы человека. Наконец, при любом виде как физического, так и умственного труда утомление всегда состоит в функциональных изменениях в общем звене — в деятельности центральной нервной системы, и прежде всего в высшей нервной деятельности человека.

Итак, есть много причин, вызывающих в организме исполнителя функциональные изменения. В их число входят вредные санитарно-гигиенические условия, большая физическая или умственная нагрузка, повышенное нервно-эмоциональное напряжение (связанное с избытком или дефицитом информации, повышенной ответственностью, плохим психологическим климатом или наличием реальной опасности), очень высокая или очень низкая температура, дефицит движений при повышенном нервно-эмоциональном напряжении, значительная физическая нагрузка при “информационном голоде” и др. Все эти причины взаимодействуют в различных сочетаниях и комбинациях, перечислить и учесть которые на современном уровне наших знаний не представляется возможным. Однако всех их объединяет одно — наличие общего следствия: реакции организма человека на воздействие совокупности факторов условий

труда. Эта общая реакция состоит в формировании качественно определенного функционального состояния — нормального, пограничного или патологического. Отчетливая выраженность, универсальность и стереотипность этих состояний служат основанием для использования их в качестве объективного критерия степени комплексного влияния всех факторов условий труда на организм человека. Это означает, что вредные, тяжелые, напряженные, горячие, опасные условия труда, физическая и психологическая нагрузка могут быть приведены к “общему знаменателю” и оценены объективно через непосредственные (текущие) и отдаленные реакции организма на конкретную работу в конкретных условиях. Именно эти реакции и составляют содержание понятия тяжести труда.

Любые воздействия в процессе труда (физическая нагрузка, вредные условия, опасность, психическая нагрузка, повышенное нервно-эмоциональное напряжение и т. д.) вызывают одно и то же физиологическое явление — качественно определенное функциональное состояние в организме человека. Поэтому реально может существовать только одна медико-физиологическая классификация работ — по их тяжести.

Научно-технический прогресс создает практически неограниченные возможности для дальнейшего улучшения и оздоровления условий труда. Вместе с тем различия в условиях труда не могут быть полностью исключены. Это делает необходимым определение тяжести работ для правильного решения ряда важных социально-экономических задач. Например, различия в условиях труда должны быть учтены при распределении материальных благ. В первую очередь это касается предоставления льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда.

Определение тяжести — научная основа для сопоставимого сравнения различных работ и их группировки. Для этого нужно иметь интегральный критерий, отражающий сущность понятия тяжести работ, позволяющий выявить степень влияния всех факторов условий труда на организм человека. Физиологическое понятие тяжести работ одинаково применимо как к физическому, так и к умственному труду, в том числе и к работам, которые выполняются во вредных или опасных условиях.

Интегральный измеритель тяжести работы как критерий комплексного влияния различных производственных факторов на организм человека показывает, как под влиянием выполненной работы в организме человека формируется качественно определенное функциональное состояние — нормальное, пограничное (между нормой и патологией) или патологическое. Перечисленные состояния могут выполнять измерительную функцию и поэтому служат интегральным критерием (мерилом) комплексного воздействия различных производственных факторов на организм человека.

Человеческому организму наиболее адекватна медико-физиологическая классификация работ, основанная на бионическом принципе.

Как известно, *бионика* ставит своей целью изучить и использовать на практике принципы и особенности функционирования живых организмов. Такой научный подход впервые применил И. Сеченов для обоснования продолжительности рабочего дня, опираясь при этом на соотношение периодов активности и отдыха в деятельности сердца. Путь, указанный И. Сеченовым, является правильным и для поиска физиологического критерия, позволяющего интегрально оценивать те многие воздействия на человеческий организм, которые на него оказывают все факторы, составляющие условия труда. Бионический подход обосновывает правомерность использования нормального, пограничного и патологического функциональных состояний для медико-физиологической классификации работ по их влиянию на организм человека.

Медико-физиологическая классификация работ создана с помощью интегрального критерия их тяжести и апробирована в НИИТруда. Эта классификация работ отвечает на важнейшие вопросы практики: позволяет на единой физиологической основе подойти к сопоставимой оценке работ, различающихся величиной грузопереработки, нервно-психического напряжения, вредности, опасности и т. д.

Основу медико-физиологической классификации составляют *три класса тяжести работ*, различающиеся количеством возможных качественных состояний организма. Здесь класс — это определенная степень мобилизации работоспособности,

измерителем которой является нормальное, пограничное или патологическое функциональное состояние человеческого организма. С тех же научных позиций каждый такой класс можно расчленить на **категории тяжести работ**. В НИИТруда каждый класс расчленяют на два подкласса и используют классификацию, состоящую из шести категорий тяжести работ.

К *первой категории тяжести* относятся любые виды работ, которые выполняются в оптимальных условиях внешней среды. Здесь трудовая нагрузка соразмерна с физиологическими возможностями человека и соответствует его способностям и склонностям. При этом наблюдается нормальное функциональное состояние организма. Работы, относящиеся к первой категории тяжести, наиболее благоприятны в физиологическом отношении и наиболее перспективны экономически. При такой мобилизации работоспособности возможны высокая производительность и эффективность всех видов труда.

Ко *второй категории тяжести* относятся работы, в результате выполнения которых нормальное состояние организма практически не изменяется. В конце работы при переключении деятельности (функциональных пробах) у большинства исполнителей не отмечается ухудшение исследуемых показателей по сравнению с исходным уровнем.

Обычного отдыха после работы вполне достаточно для восстановления исходного уровня функций. У людей, выполняющих работы, которые относятся к данной категории, состояние здоровья благополучное, профессиональные и производственно обусловленные заболевания, как правило, не отмечаются. Эта категория тяжести свидетельствует о том, что отнесенные к ней работы выполняются в нормальных или благоприятных условиях труда. В частности, рабочая нагрузка не превышает физиологических возможностей организма.

К *третьей категории тяжести* относятся работы, при выполнении которых в организме человека из-за повышенной нагрузки или же не вполне благоприятных условий труда, или при сочетании того и другого формируется начальная стадия пограничного функционального состояния. Основным признаком третьей категории тяжести является замедление физиологических функций. Замедляется выполнение обычных рабочих

операций (заданий), а также ухудшаются функциональные пробы. Снижается индивидуальная производительность труда, ухудшаются технико-экономические показатели.

К *четвертой категории тяжести* относятся работы, при выполнении которых в организме исполнителя формируется глубокое пограничное функциональное состояние. Основным признаком этого состояния — растормаживание дифференцировок и нарушение в этой связи динамического стереотипа. Для четвертой категории характерны уменьшение количества и ухудшение качества выпускаемой продукции, а также повышенная вариабельность функций в течение рабочего дня, их неустойчивость. В результате растормаживания дифференцировок в сенсорной (чувствующей) сфере иногда наблюдается повышение уровня некоторых функций. Повышаются также заболеваемость с временной нетрудоспособностью и производственный травматизм. Встречаются хронические производственно обусловленные заболевания, а при наличии промышленных вредностей — и профессиональные болезни.

К *пятой категории тяжести* относятся работы, при выполнении которых в организме человека формируется патологическое функциональное состояние. Это состояние возникает в результате чрезмерной нагрузки, в особенности когда она выполняется в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях. Отличительным признаком для отнесения работы к пятой категории тяжести служит появление парадоксальных и ультрапарадоксальных реакций. Суть их состоит в том, что положительные сигналы не воспринимаются, теряют стимулирующее влияние, а отрицательные, т. е. запрещающие, ошибочные или опасные действия побуждают к ним, что может вызвать неправильные, неадекватные поведенческие реакции: в одних случаях — апатию, в других — немотивированный гнев, агрессивность. Может возникнуть также неоправданное, не соответствующее действительности ощущение безопасности и благополучия. В подобных случаях легко может быть пропущен сигнал, предупреждающий об опасности, что ведет к авариям и несчастным случаям. У людей, длительно выполняющих работу пятой категории тяжести, со временем развиваются хронические производственно обусловленные заболевания, а при

наличии промышленных вредностей — и профессиональные болезни.

К *шестой категории тяжести* относятся работы, при выполнении которых признаки патологического функционального состояния в организме человека отчетливо проявляются сравнительно рано, нередко уже в первой половине рабочего дня. Для этой категории тяжести характерно наибольшее количество производственно обусловленных и профессиональных заболеваний, которые обнаруживаются рано и приобретают тяжелое течение.

Сочетание интегрального и аналитических критериев при установлении и распределении всех видов работ по категориям тяжести будет способствовать решению важных экономических и социально-экономических задач. Эти критерии, как неспецифические, интегральные, общие для всех видов работ, так и специфические, свойственные только данной конкретной работе, характеризуют наиболее полно одно и то же универсальное физиологическое явление — качественно определенное функциональное состояние организма.

Нужно также иметь в виду, что интегральный критерий позволяет использовать результаты исследований, полученные с помощью различных методик. Другими словами, категорию тяжести работы можно установить независимо от того, какими методами и с помощью какой аппаратуры были получены конкретные результаты исследования. Важно, чтобы они вскрывали наличие соответствующих физиологических явлений, которые служат признаками того или иного функционального состояния человеческого организма. При таком подходе к оценке результатов исследования трудовых процессов полученные данные оказываются сопоставимыми и их можно использовать для оценки тяжести любого вида физического и умственного труда.

Тема 4. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Транспортировка энергетических веществ и кислорода является важнейшей функцией жизнеобеспечения, принадлежащей вегетативным органам. Особенности этой функции связаны с двумя различными механизмами выработки энергии в мышцах — кислородным и бескислородным. Эти механизмы называются производительностью энергии соответственно аэробной и анаэробной.

Аэробная производительность энергии заключается в способности мышцы вырабатывать энергию, когда организм и мышечная система не испытывают недостатка в кислороде. Величина этой способности определяется емкостью систем дыхания, кровообращения и крови по отношению к кислороду. Чем больше эта емкость, тем продолжительнее организм способен использовать во время мышечной работы большое количество кислорода, т. е. тем больше его аэробная производительность энергии.

Например, расстояние 400 метров можно пробежать за 44,5 секунды, но для такого бега необходимо 28 литров кислорода. Однако подсчитано, что за 44,5 секунды организм спортсмена-бегуна, имея совершенную систему дыхания, кровообращения и крови, может заимствовать из атмосферного воздуха, поглотить и доставить мышцам не более 3 л кислорода. Следовательно, для выработки энергии в мышцах не хватает 25 л кислорода. Вместе с тем, несмотря на недостаток 25 л кислорода, энергия при беге постоянно производится. Она вырабатывается с помощью другого механизма — анаэробной производительности.

Анаэробной производительностью энергии называется способность мышц вырабатывать энергию при отсутствии в них кислорода. Биохимические реакции, лежащие в основе этого механизма выработки энергии, имеют определенные особенности.

При отсутствии кислорода энергетические вещества (АТФ — аденозинтрифосфорная кислота, гликоген), содержащие очень большие запасы энергии, расщепляются не полностью. При этом образуются энергетически богатые промежуточные вещества (аденозиндифосфат, молочная кислота), которые в последующем подвергаются обратному синтезу. Энергия для него доставляется в процессе окисления части промежуточных продуктов анаэробного распада. Конечными продуктами такого окисления являются углекислый газ и вода.

Но для обратного синтеза промежуточных продуктов нужен кислород, которого не хватает во время совершения работы. Недостающее количество кислорода, названное *кислородным долгом*, организм потребляет после окончания работы. Это дополнительное количество кислорода затрачивается организмом на окисление промежуточных продуктов биохимических реакций, происходящих в мышце. Анаэробная производительность энергии измеряется величиной кислородного долга. Чем больше этот долг, тем больше анаэробная производительность энергии, т. е. выше способность организма выполнять интенсивную мышечную деятельность в условиях недостатка кислорода.

Значительное увеличение потребности в кислороде и энергетических веществах, вызванное переходом от состояния относительного покоя к выполнению трудовых приемов и операций, является причиной мобилизации функций легких, сердца, сосудов и многих других органов и систем организма. В спокойном и деятельном состоянии роль органов дыхания заключается в легочной вентиляции, т. е. в доставке к мелким легочным сосудам воздуха, богатого кислородом, и удалении из них воздуха с большим количеством углекислого газа.

Функция дыхания оценивается рядом показателей. Частота дыхания, т. е. количество дыхательных движений в одну минуту, в покое равняется 16–20, а при физической работе может увеличиться до 100. Объем одного дыхательного движения, т. е. объем воздуха во время одного вдоха или выдоха, в покое равняется 300–600 мл, а при мышечной работе может увеличиваться до 1200 мл.

Минутный объем дыхания (величина легочной вентиляции) определяется как произведение частоты дыхания на объем одного дыхательного движения. В покое минутный объем дыха-

ния равняется 6–10 л, а при мышечной работе может увеличиваться до 100 л.

Регуляция дыхания и в покое, и во время работы осуществляется центральной нервной системой путем безусловнорефлекторной регуляции с помощью условных рефлексов.

Сердечно-сосудистая система передвигает кровь и тем самым транспортирует кислород, энергетические, питательные и промежуточные вещества к соответствующим органам и тканям. Движущей силой, заставляющей кровь течь по различным сосудам, является кровяное давление, точнее, разница в давлении, которая существует в начале (аорта) и в конце всех сосудов (крупные вены). Кровяное давление создается деятельностью сердца, нагнетающего кровь в аорту, сопротивлением кровотоку в мелких артериях и другими факторами.

Функция сердечно-сосудистой системы, так же как и функция дыхания, оценивается рядом показателей. Частота сердечных сокращений, т. е. количество сокращений сердца в одну минуту, определяется подсчетом ударов пульса, толчков сердца или с помощью электрокардиограммы. В покое частота сердечных сокращений равняется 60–80, а при работе может увеличиваться до 170. Ударный объем сердца — это объем крови, выбрасываемой сердцем в аорту во время одного сокращения. В покое ударный объем сердца равняется 65–70 мл, а при работе может увеличиваться до 150 мл. Минутный объем сердца, или кровоток, определяется как произведение частоты сердечных сокращений на ударный объем сердца. В покое минутный объем сердца равен 4–5 л, а при работе может увеличиваться до 125 л.

Управление сердечно-сосудистой системой в покое и во время работы осуществляется с участием безусловнорефлекторной регуляции и условных рефлексов. Именно благодаря такому сочетанию безусловнорефлекторных механизмов и временных связей, образующихся с участием коры больших полушарий, достигается высокая эффективность регуляции сердечно-сосудистой системы.

Мышечная работа сопровождается изменениями в обмене веществ, которые, в свою очередь, отражаются на составе крови. Так, состав крови существенно изменяется, когда нарушается водный и водно-солевой балансы. В этой связи повышается

концентрация солей в жидкой части (плазме) крови. Кроме того, выработка энергии в организме в процессе труда связана с распадом (диссимиляцией) веществ и поступлением в кровь различных продуктов этого распада (молочной, пириновинной, угольной кислот), что приводит к изменению обычно слабощелочной реакции крови. Напряженная физическая работа сопровождается увеличением форменных элементов крови (красных и белых кровяных телец).

Скорость восстановления функций сердечно-сосудистой системы и других внутренних органов зависит от многих факторов. Важное значение здесь имеют величина и продолжительность непрерывных физических усилий, наличие и продолжительность микропауз и перерывов в работе и т. д. Кроме того, существенную роль играет тренированность исполнителя работы.

Измерение мобилизации работоспособности является важнейшим научно-практическим вопросом. Решение этого вопроса возможно только на основе знаний физиологической сущности работоспособности, ее движущих сил и основных законов, регулирующих деятельность организма.

Современный уровень физиологических знаний позволяет применить интегральный подход для определения того, в какой мере мобилизована работоспособность организма при выполнении той или иной производственной деятельности. Напомним, что на нейрофизиологическом уровне движущей силой работоспособности как способности к действию является процесс возбуждения. Он имеет универсальное значение, так как служит движущей силой для всех функциональных единиц — воспринимающих, исполнительных и регулирующих органов. Таким образом, измерить мобилизацию работоспособности интегральным способом означает установить степень привлечения и использования процесса возбуждения для всех действий, совершаемых организмом.

Обычно на человека одновременно действуют физиологические разнонаправленные стимулы. Они придают актуальное значение многим функциональным системам и побуждают различные рефлекторные акты. В производственной обстановке, где трудится человек, всегда присутствуют и в той или иной степени действуют на него раздражители трех видов рефлекторных актов.

Первый вид — *рефлекторные акты*, составляющие **основную функциональную систему**. Речь идет о действиях и актах, из которых складывается профессиональная деятельность исполнителя работы. Эти действия человека определяются организацией технологического процесса и рабочего места, а также уровнем профессионального мастерства у исполнителя работы.

Второй вид — *посторонние рефлекторные акты*, составляющие **побочную функциональную систему**. К данному виду относятся различные действия и реакции, являющиеся посторонними относительно основной функциональной системы. Побочными рефлекторными действиями являются лишние движения, а также переживания и мысли, связанные, например, с личным риском, и т. д. Сюда также входят физиологические реакции, которые стимулируются, например, шумом, вредностями и другими факторами.

Третий вид — *физиологические реакции, вызванные утомлением*. Они составляют **восстановительную функциональную систему**.

Три указанные системы вступают между собой в нейрофизиологический конфликт, потому что относительно друг друга являются физиологическим препятствием, мешающим их реализации.

Когда в противоборство вступают основная и восстановительная функциональные системы, то именно при таком составе конкурирующих рефлекторных актов состояние основных функций нервной системы и уровень работоспособности человеческого организма в каждой стадии нейрофизиологического конфликта претерпевают возрастающие неблагоприятные изменения, которые соответствуют степени его обострения. Эти изменения придают функциональному состоянию организма во время каждой стадии нейрофизиологического конфликта характер качественно определенного состояния.

Дело в том, что в каждой такой стадии, как будет показано далее, можно обнаружить характерное физиологическое явление, отражающее степень нейрофизиологического конфликта и вместе с тем придающее специфику соответствующему качественно определенному состоянию.

Итак, качественно определенное состояние служит интегральным физиологическим измерителем мобилизации работоспособности. Во время трудовой деятельности в организме человека можно обнаружить три качественно определенных состояния — нормальное, пограничное и патологическое.

В *нормальном состоянии организма* нейрофизиологический конфликт основной и побочной функциональных систем в значительной степени сглажен или полностью преодолен. Хотя раздражители побочной функциональной системы присутствуют и воздействует на организм, однако в данном случае основная функциональная система становится устойчивой доминантой и оказывает сильное тормозящее влияние на конкурирующие рефлекторные акты. Тем самым она исключает возможность их формирования.

Особенность нормального состояния заключается в том, что при этом расход функциональных ресурсов в организме не выходит за пределы его работоспособности. Но поскольку эти ресурсы постоянно используются, то и восстановительная функциональная система находится под непрерывной стимуляцией.

Нормальное состояние — это состояние сложившейся координации, когда процесс возбуждения служит движущей силой только для основной функциональной системы. В то же время другие функциональные системы еще не сформировались или заблокированы торможением и не влияют отрицательно на основную систему.

Пограничное и патологическое функциональные состояния организма также имеют специфические признаки. Существенная их особенность заключается в обострении противоборства вовлеченных в нейрофизиологический конфликт функциональных систем. Это обострение выражается в соперничестве противоборствующих рефлекторных актов за главенствующее значение в организме.

По-другому складываются отношения при обострении нейрофизиологического конфликта. В этом состоянии процесс возбуждения находится не только в основной, но и в посторонних функциональных системах. Поэтому профессиональная деятельность характеризуется некоторыми особенностями: можно обнаружить в действиях неопределенность, множественность

альтернатив в сфере восприятия, в двигательной и умственной сферах, неустойчивость внимания, увеличение времени рефлексов, нерешительность, лишние движения при совершении рабочих действий. Все эти особенности значительно ухудшают функциональную способность организма, его дееспособность и работоспособность, снижают качественный и количественный уровни выполнения профессиональной деятельности.

Рассмотрим *пограничное функциональное состояние организма*. Этому состоянию свойственны определенные особенности. Вследствие значительного расхода функциональных ресурсов, вышедшего за пределы работоспособности организма, восстановительная функциональная система приобретает значительную силу. Теперь эта система с помощью задерживающего процесса в сетчатом образовании мозга уменьшает приток тонизирующей нервной импульсации к нервным центрам, функционирующим во время трудовой деятельности. При дефиците возбуждения возможности организма приводить в действие рефлекторные акты, составляющие труд, подвергаются ограничению, что нарушает его нормальное осуществление. Снижение работоспособности здесь обнаруживается в виде явлений дискоординации. Эти явления служат объективными признаками пограничного состояния. Остановимся на некоторых из них.

Уменьшение притока нервных импульсов к функционирующим нервным центрам является причиной замедления деятельности звеньев, из которых состоит рефлекторный акт. Вследствие этого теперь требуется больше времени для выполнения рабочей операции. Исполнитель вынужден делать в рабочем процессе кратковременные паузы. Кроме того, ослабление возбуждения в действующем рефлекторном акте служит причиной другого существенного нарушения, которое физиологи назвали *растормаживанием*.

Известно, что рабочий (двигательный, сенсорный и умственный) навык, т. е. способ выполнения производственной задачи, является приобретенной системой рефлекторных актов. Во время выработки и становления в этот навык включается избыточное количество отдельных рефлексов. Но в процессе тренировки многие из них оказываются лишними и исключаются мозгом с целью экономной деятельности. В конечном итоге

только необходимые элементы объединяются центральной нервной системой в единый рефлекторный акт. Во время трудовой деятельности последний становится господствующим благодаря мобилизации в его нервных центрах процесса возбуждения. Эти центры не только обеспечивают реализацию господствующего рефлекторного акта, но и являются источником тормозящих нервных импульсов, которые задерживают все лишние рефлексы.

Когда приток нервных импульсов к нервным центрам господствующего рефлекторного акта уменьшается, возбуждение в них ослабевает. Оно становится недостаточным по силе, чтобы задерживать лишние рефлексы. Торможение этих рефлексов теперь отменяется, т. е. происходит их растормаживание. Поэтому они начинают обнаруживаться во время трудовой деятельности.

Растормаживание может быть не только в двигательной сфере (лишние движения), но и в других областях деятельности человеческого организма. Например, у работника умственного труда растормаживание обнаруживается в том, что ему становится трудно отличить главное от второстепенного, внимание рассеивается, и он “тонет” в мелочах.

В сенсорной сфере растормаживание проявляется в обострении чувствительности относительно посторонних раздражителей, мешающих восприятию полезных стимулов. Например, если исполнитель постоянно выполняет работу на фоне шума, то у него наблюдается привыкание к этому воздействию с помощью торможения. Последнее избирательно снижает чувствительность только к “шумовой” части звукового спектра. А при растормаживании чувствительность в этой части звукового спектра восстанавливается и даже обостряется.

Находясь в пограничном функциональном состоянии, исполнитель вынужден волевым усилием подавлять потребность в отдыхе. Поэтому у него нарастает нервно-эмоциональное напряжение, выражающееся в усталости, раздражительности, что становится причиной различных отрицательных эмоций. Когда исполнитель долгое время работает в неблагоприятных условиях труда, вызывающих в его организме пограничное состояние, то длительное нервно-эмоциональное напряжение может вызвать у него те или иные заболевания.

Пограничное функциональное состояние в человеческом организме нередко является причиной потерь рабочего времени за счет временной нетрудоспособности из-за производственных травм и различных болезней. В этом состоянии снижается выработка, увеличивается процент брака и т. д.

Патологическое функциональное состояние организма — это крайнее обострение нейрофизиологического конфликта. Оно проявляется в виде различных функциональных нарушений. Из-за чрезвычайной потребности в отдыхе восстановительная функциональная система достигает большой силы. По этой причине включается более сильное средство принуждения к отдыху. Теперь эта система стремится выключить с помощью торможения бодрствующее состояние мозга и перевести организм в сон. В этом случае со стороны исполнителя работы требуется очень напряженное волевое усилие, чтобы заставить себя продолжать трудовую деятельность.

Признаки патологического функционального состояния — это явления дискоординации крайних степеней. В данном случае наиболее типичным признаком служит ультрапарадоксальная реакция. При неглубоких патологических функциональных нарушениях она носит временный характер.

В каждой профессии, как правило, есть так называемые критические особенности операций, когда исполнитель работы испытывает в большей или меньшей мере неопределенность в выборе действий. Чтобы принять правильное решение, он должен, в особенности при дефиците времени, быстро ориентироваться по соответствующим положительным и отрицательным сигналам. В одних случаях эта сигнализация связана с опасностью травм, а в других — с предупреждением брака, поломки оборудования или аварий. Именно здесь, сталкиваясь с критическими особенностями операции, исполнитель, утомленный до стадии патологического функционального состояния, реагирует ультрапарадоксально. На отрицательные сигналы он отвечает действием, а на положительные — не реагирует. Как видно, в результате вмешательства в ход трудового процесса ультрапарадоксальной реакции могут проявиться негативные последствия как для самого исполнителя работы, так и для производства в целом.

Кроме ультрапарадоксальной реакции обнаруживаются также другие существенные изменения в функциональном состоянии

организма. Так, наблюдаются значительные сдвиги в показателях сердечно-сосудистой системы, газообмена и деятельности других внутренних органов. Чрезмерная рабочая нагрузка на человеческий организм, связанный с ней расход “запретных” энергетических ресурсов, а также значительное нервно-эмоциональное напряжение — все это причины высокого уровня различных заболеваний. Работа исполнителя, организм которого находится в патологическом функциональном состоянии, имеет очень низкий коэффициент полезного действия и малоэффективна.

Работоспособность человеческого организма не является величиной постоянной, она изменяется во времени. Ее изменения на протяжении рабочего дня, суток и недели называют динамикой работоспособности. Динамика работоспособности имеет несколько стадий, или фаз.

Чтобы обнаружить и оценить стадии работоспособности, применяют специальный метод — построение кривой работоспособности. Этот метод является основным методом физиологии и психологии труда и широко используется в практике научной организации труда. Дело в том, что по особенностям кривой работоспособности можно объективно установить состояние условий труда, оценить режим труда и отдыха и т. д.

Кривой работоспособности называют график изменений технико-экономических и психофизиологических показателей, по которым можно судить о количественном и качественном уровнях профессиональной деятельности и функциональном состоянии исполнителя работ. Эта кривая строится так. Через определенные отрезки времени (1 час, 30 минут) у исполнителя работы замеряют те или иные показатели его профессиональной деятельности или функционального состояния его организма. Для этого используют технико-экономические показатели — объем переработки груза или выработки, время, затраченное на операцию, деталь (штучное время), процент брака, а также психофизиологические показатели — частоту ударов пульса, кровяное давление, мышечную силу, тремор, частоту дыхания, показатели внимания, количество допущенных в работе ошибок, время психической реакции (зрительно- или слухомоторной). Наиболее полным и точным является исследование, когда кривую работоспособности строят с использованием как технико-экономических, так и психофизиологических показателей.

Получив эти данные, строят график, причем на оси абсцисс откладывают время, через которое проводились замеры, а на оси ординат — технико-экономические и психофизиологические показатели. В конечном итоге получают кривую работоспособности.

Первая стадия работоспособности — вработывание, или *нарастающая работоспособность*. Вработыванием называют вхождение в работу, во время которого работоспособность постепенно повышается и в конечном итоге достигает максимального уровня. Но в самом начале вработывания наблюдаются сравнительно низкий уровень технико-экономических показателей и определенная напряженность физиологических функций.

Вторая стадия — *устойчивая работоспособность* на высоком уровне. Характерным признаком этой стадии являются высокие технико-экономические показатели. Вместе с тем снижается напряженность физиологических функций.

Третья стадия — *развивающееся утомление*. На этой стадии уровень технико-экономических показателей начинает снижаться: уменьшается выработка и ухудшается качество продукции. Вместе с тем соответственно увеличивается напряженность физиологических функций. Другими словами, характерной чертой третьей стадии является утомление.

Таким образом, в графическом изображении динамика работоспособности в течение рабочего дня представляет собой кривую с закономерными изменениями. Так, на стадии вработывания работоспособность повышается в диапазоне от нескольких минут до 1,5-2 часов. Далее, на стадии устойчивой работоспособности она устанавливается на высоком уровне и может быть стабильной в диапазоне от нескольких минут до нескольких часов. Наконец, на стадии развивающегося утомления работоспособность снижается. Эта стадия может продолжаться от нескольких минут до нескольких часов.

Во второй половине рабочего дня, т. е. после обеденного перерыва, все три стадии повторяются. Но они здесь имеют определенные особенности. Так, стадия вработывания по продолжительности короче, а уровень стадии устойчивой работоспособности ниже, чем в первой половине рабочего дня. Стадия развивающегося утомления начинается раньше, а уровень

работоспособности на этой стадии снижается значительно по сравнению с первой половиной рабочего дня. В некоторых случаях в конце рабочего дня наблюдается не снижение, а повышение работоспособности. На кривой работоспособности отмечается подъем, который получил название конечного порыва. В данном случае повышение работоспособности, возможно, является результатом эмоционального воздействия в предвидении окончания рабочего дня.

Кривая работоспособности, записанная в течение рабочего дня, служит объективной основой для оценки состояния внутрисменного режима труда и отдыха и планирования мероприятий по его рационализации.

Работоспособность не остается постоянной по дням недели. На кривой работоспособности, записанной в течение недели, обнаруживаются три стадии: вработывание, высокая работоспособность и развивающееся утомление. Так, вработывание приходится на понедельник, высокая работоспособность — на вторник, среду и четверг, а развивающееся утомление — на пятницу и субботу. Кривая работоспособности по дням недели показывает, что при пятидневной рабочей неделе спаренные выходные дни (суббота и воскресенье) более предпочтительны. Кроме того, знание этой кривой позволяет планировать производительность труда с учетом работоспособности человека по дням недели.

В течение суток работоспособность также изменяется характерным образом. На кривой работоспособности, записанной в течение суток, обнаруживаются три периода, отражающие колебания работоспособности. С 6 часов утра до 15 часов обнаруживается первый период, во время которого работоспособность постоянно повышается. Она достигает максимума к 10–12 часам дня, а затем начинает снижаться. Во втором периоде она снова повышается начиная с 15 часов. В третьем периоде колебание работоспособности имеет отрицательный знак: начиная с 22 часов работоспособность снижается, причем максимум ее снижения приходится на 3 часа ночи.

Знания о колебаниях работоспособности в течение суток необходимы для решения ряда научно-практических вопросов. Они служат научной основой для проектирования графиков сменности, начала работы, обеденных перерывов и пр.

Тема 5. ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ И ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ

Проблема утомления является одной из сложнейших научно-практических проблем, которые исследуются и изучаются представителями различных наук — экономистами, физиологами, психологами и др.

Утомление как временный упадок физических и духовных сил в организме возникает в результате выполнения той или иной работы. *Производственное утомление* — это утомление, возникающее у исполнителя в результате выполнения работы в производственных условиях. Утомление проявляется в различных сферах. Поэтому различают технико-экономические, физиологические, психологические и медицинские признаки утомления.

К технико-экономическим признакам утомления относятся снижение выработки, удлинение “штучного” времени, увеличение количества допущенного брака и др. К физиологическим признакам этого явления относятся лишние движения, снижение выносливости, наличие тремора (дрожания) в пальцах, удлинение времени зрительно-моторной реакции, повышение температуры кожи головы и рук и др. Психологические признаки утомления — чувство усталости, замедление психических процессов и ошибочные действия при специальных, так называемых корректурных, пробах и др. Наконец, медицинскими показателями утомления служат травматизм и производственно обусловленные заболевания.

Физиологическую природу утомления связывают с корковой теорией утомления. На различных этапах развития корковой теории ее создатели и сторонники представили убедительные доказательства, что утомление в человеческом организме — очень сложное явление. Возникновение утомления и его особенности можно понять на основе знаний о регулирующей деятельности центральной нервной системы и ее высшего уровня — коры больших полушарий.

Ученые конкретизировали связанные с утомлением различные стороны работы мозга: истощение нервных клеток в ходе их деятельности, нервные влияния, обеспечивающие поступление в работающие органы питательных веществ, нарушение координации, участие процесса торможения в утомлении и т. д.

В последние годы достигнуты значительные успехи в физиологическом анализе деятельности мозга. Современная физиологическая теория академика П. Анохина [1] значительно углубляет понимание утомления. Человек наделен деятельностью, т. е. обладает определенным способом отношения к миру. В широком научном смысле *деятельностью в физиологии и психологии* называют специфическую для живой системы связь с окружающим миром. С помощью этой связи опосредуются, регулируются и контролируются взаимоотношения человеческого организма и среды. Деятельность осуществляется благодаря двум тесно связанным способностям человеческого организма — дееспособности и работоспособности.

Дееспособность организма как способность к целесообразной деятельности создает качественную сторону трудовой деятельности человека. Эта способность определяет наличие цели, то единичное, что специфично именно для данной функциональной системы, а не для какой-либо другой.

Однако человек не может выполнить ни одной качественно определенной целесообразной деятельности, не может достичь ни одной намеченной цели, если при этом не включается его работоспособность. Без нее невозможно действие никакой функциональной единицы — рецептора, нервной клетки, нерва, мышцы и т. д. Если бы организм не обладал способностью совершать действие (работу), то все его творческие и исполнительные функции остались бы непретворенными. Без активизации работоспособности любая форма целесообразной деятельности остается недействующим сложным комплексом нервных клеток, рабочих органов и связывающих их в мозге соединений.

Работоспособность организма — это способность к психофизиологическому действию. На различных уровнях организма действие проявляется по-разному. Оно может состоять в превращении одного вида энергии в другой, которое совершает та или иная функциональная единица (нервная клетка, мышца

и т. д.). Действие может обнаруживаться как преобразование объекта из одного вида в другой, как переформулирование словесного материала и т. д. Работоспособность создается движущими силами организма — процессом возбуждения и энергетическими веществами, обеспечивающими этот процесс. В конечном итоге работоспособность определяет количественную сторону преобразований, которые совершает человек над предметами, явлениями, понятиями и т. д., т. е. определяет количество специфического, что является результатом его профессиональной деятельности.

Человеческий организм устроен так, что на различных уровнях его организации движущие силы имеют различное материальное воплощение. Такие функции, как пуск, связь и взаимодействие рецепторов, нервных центров, нервных проводников и исполнительных органов (мышц, желез и т. д.), осуществляются на нейрофизиологическом уровне, т. е. относятся к уровню рефлекторной дуги. На этом уровне движущей силой является процесс возбуждения.

Помимо нейрофизиологического в организме есть еще молекулярный, внутриклеточный уровень. На этом уровне движущей силой является энергия химических веществ, используемая для обеспечения процесса возбуждения, имеющего биоэлектрическую природу. Процесс возбуждения тесно связан с физико-химическими превращениями, которые совершаются на молекулярном уровне работоспособности. Этот процесс обеспечивается энергетическими веществами, находящимися в самих функциональных единицах (нервных и мышечных клетках и т. д.) и в различных местах, где сосредоточены резервы энергетических веществ. Такие места (депо) находятся в самих функциональных единицах: соседних клетках, межтканевой жидкости и крови.

В организме человека энергетических веществ очень много. Но существенная особенность деятельности человеческого организма состоит в том, что именно непрерывное использование энергетических веществ ограничено определенными рамками. Это ограничение И. Павлов назвал *пределом работоспособности*. Изучая деятельность больших полушарий мозга, он установил, что при непрерывной работе одни и те же корковые клетки могут беспрепятственно использовать только определенное количество энергетических веществ. Это количество

энергетических веществ является размером, величиной работоспособности, мобилизации которой для соответствующей трудовой деятельности организм не препятствует.

Предел работоспособности — величина переменная. Другими словами, работоспособность функциональной единицы имеет величину, которая в зависимости от конкретных условий может изменяться в сравнительно широком диапазоне, т. е. увеличиваться или уменьшаться вследствие сдвига предела работоспособности в ту или иную сторону.

Типы нервной системы — другой важный фактор, определяющий величину работоспособности конкретного человека. К индивидуальным свойствам человеческого организма относится сила нервной системы, т. е. величина работоспособности. Это свойство является важнейшей составляющей типа нервной системы. Слабый тип имеет сравнительно небольшую работоспособность. Сильные типы, наоборот, характеризуются высокой работоспособностью.

Необходимо остановиться на исходной работоспособности. В самом деле, работники, приступая к труду, могут иметь неодинаковую работоспособность. Помимо здоровья, рационального питания важнейшим фактором, влияющим на уровень исходной работоспособности, является *мотивация*. Речь идет о совокупности материальных и моральных стимулов, на основе которых человек во время трудовой деятельности ставит перед собой конкретные цели, соответствующие данной профессии. При соблюдении всех этих условий у исполнителя работы складывается высокая заинтересованность в осуществлении целей его производственной деятельности. Как следствие этого исполнитель начинает трудиться, имея максимальный исходный уровень работоспособности.

Помимо мотивации на исходную работоспособность влияет возраст, а также другие факторы. Важное значение имеет соотношение труда и отдыха, т. е. длительность работы, которой в предшествующий момент был занят организм, и продолжительность его последующего отдыха.

Проблема длительности рабочего дня очень сложна. Здесь тесно переплетаются экономические, политические и психофизиологические вопросы. Роль психофизиологического фактора

значительна, так как длительная работа, особенно в неблагоприятных условиях, вызывает утомление и переутомление, которое сопровождается снижением работоспособности, ухудшением психофизиологического состояния работающего и даже развитием патологического состояния.

В таких случаях здоровье восстанавливается очень медленно, а иногда и совсем не восстанавливается. Работу исполнитель выполняет всегда с перерывами. При продолжительном рабочем дне перерывов больше, а в конце рабочего дня работники почти не работают. Таким образом, чем продолжительнее рабочий день, тем больший процент непроизводительно затраченного времени.

Интенсивность работы органов и систем организма изменяется на протяжении суток в определенном порядке. Деятельность одних физиологических систем — температура тела, нервная система, мышечная активность, лабильность зрительного анализатора, работа сердца и др. — в дневное время суток повышается, а в ночное — снижается. Другие физиологические показатели — содержание запасов белка и гликогена в печени и др. — повышаются ночью и снижаются в дневные часы суток.

Калорические потребности профессиональной работы главным образом связаны с основными принципами рационального питания. К таким принципам относятся:

- соответствие калорийности пищевого рациона суточному расходу энергии;
- соответствие химического состава, калорийности и объема рациона возрасту, полу, объему и интенсивности, климатическим условиям, индивидуальным потребностям и особенностям организма;
- сбалансированность пищевых веществ, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов в рационе питания работников производительного труда;
- использование влияния пищевых веществ на стимуляцию обменных процессов и функцию органов и систем, которые в первую очередь обеспечивают выполнение физических нагрузок, специфических для определенного вида трудовой деятельности;

- использование специализированных продуктов питания и пищевых добавок;
- выбор форм питания, продуктов и блюд, соответствующих потребностям организма;
- введение в рацион питания легкоусвояемых продуктов и блюд, которые при достаточной энергообеспеченности не обременяют пищеварительную систему;
- разнообразие пищи за счет широкого ассортимента продуктов и применения различных приемов их кулинарной обработки;
- выбор правильного режима питания (время и часы приемов пищи в течение дня, распределение рациона по приемам пищи в зависимости от режима трудового процесса);
- индивидуализация питания с учетом национальных традиций и привычек, антропометрических, физиологических и метаболических характеристик индивидуумов.

Затраты энергии зависят от вида трудовой деятельности, объема и интенсивности физических нагрузок, хотя возможны значительные индивидуальные отклонения. Согласно имеющимся данным, взрослое население по калорийным тратам людей различных профессий и качественному составу суточного рациона распределяется на четыре группы. К первой группе относятся люди умственного труда и лица, выполняющие работу сидя (со средней потребностью в 3000 ккал), ко второй группе — лица, занятые физическим механизированным трудом (со средней потребностью в 3500 ккал), к третьей группе — лица, занятые немеханизированным, умеренно тяжелым физическим трудом (со средней потребностью в 4000 ккал), к четвертой группе — лица, занятые тяжелым физическим трудом (с потребностью в 4500-5000 ккал).

Далее приводятся данные примерного среднесуточного набора продуктов для обеспечения потребности в энергии 3000 ± 200 ккал и 4700 ± 300 ккал (в г брутто).

Наименование продукта	Среднесуточный рацион, ккал	
	3000±200	4700±300
Хлеб ржаной	150	200
Хлеб пшеничный, булочные изделия	150	200
Мука пшеничная	15	20
Крахмал	2	2
Макаронные изделия	20	30
Крупы	40	50
Бобовые	8	12
Сахар	60	80
Мед	20	25
Сладости	30	75
Кондитерские изделия	30	70
Масло сливочное	30	50
Масло растительное	15	25
Молоко, кисломолочные напитки	400	500
Сметана	25	35
Творог	60	80
Сыр	15	20
Мясо, птица, субпродукты	200	330
Мясопродукты	40	50
Рыба, рыбопродукты	70	100
Яйцо	1 шт.	1 шт.
Картофель	250	400
Овощи	300	400
Фрукты, цитрусовые	300	500
Соки	200	200
Сухофрукты	15	20
Чай	1	2
Какао	1,3	2
Кофе (частично злаковый)	4	5
Специи	0,04	0,07
Минеральная вода	200	200

Тема 6. ДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА

Производственная среда является источником различных влияний, которые составляют санитарно-гигиенические условия труда. *Санитарно-гигиенические условия* — это состояние микроклимата, уровень шума, вибрации, освещенности и других физических факторов, а также запыленность и загазованность производственной среды.

Современное техническое вооружение резко ускоряет технологические процессы и значительно облегчает труд. Но вместе с тем оно привносит некоторое отрицательное влияние на человека как исполнителя работы. В частности, увеличивается удельный вес таких неблагоприятных факторов, как *шум* и *вибрация*. Сейчас трудно найти отрасль промышленности, где бы не было этих физических факторов. Источником шума могут быть различные станки, агрегаты, двигатели, ручной инструмент и другое оборудование. Шум состоит из многих хаотических звуков различной частоты, беспорядочного сочетания отдельных тонов, вызывающих неприятное субъективное ощущение.

Влияние шума на организм разнообразно. Субъективно шум расценивают как мешающий звук: он оказывает маскирующее (заглушающее) действие, затрудняет разборчивость речи, звуковых сигналов, наблюдение за правильностью работы машин с помощью органов слуха. При длительном воздействии шума и недостаточном отдыхе могут произойти стойкие патологические изменения в сердечно-сосудистой системе и слуховом аппарате и как следствие этого — заболевания органов кровообращения (например, гипертония), а затем и необратимое снижение слуховой чувствительности — тугоухость.

Шум вызывает заметные неблагоприятные изменения многих других физиологических и психических функций организма. Например, шум ощутимо влияет на внимание, в частности на его концентрацию.

Шум, непрерывно действующий в течение длительного времени, постоянно стимулирует воспринимающие приборы органов слуха и вызывает нервные импульсы, которые устремляются в головной мозг. В мозге есть специальный орган — ретикулярная формация, в которой умножается количество нервных импульсов, поступающих к этому образованию по ответвлениям от магистральных чувствительных путей, которые начинаются от органов слуха, вестибулярного аппарата, вибрационных рецепторов и т. д.

При действии шума к ретикулярной формации от органов слуха поступает множество нервных импульсов. Далее поток нервных импульсов распространяется по всему мозгу, охватывая сильным возбуждением центры слуха, зрения, двигательных реакций, а также центры, регулирующие сердечно-сосудистую систему и другие внутренние органы.

Анализ заболеваемости у людей, профессионально связанных с действием шума, позволяет утверждать, что шум при определенных условиях может стать причиной временной нетрудоспособности из-за различных заболеваний, в особенности неврозов, и даже специальной формы профессиональной патологии — шумовой болезни.

Вибрация (сотрясение) относится к распространенным факторам производственной среды, отрицательно влияющим на организм человека. Различают вибрацию местную и общую. Местную вибрацию вызывают различные инструменты ударного, вращательного и ударно-вращательного действия, а именно: рубильные, бурильные, отбойные и клепальные молотки, трамбовки и др.

Местной вибрацией называются механические колебания, воздействующие на ограниченные области человеческого тела. Во время местной вибрации колебания раздражают специальные воспринимающие приборы — рецепторы вибрационной чувствительности. Возникающие при этом нервные импульсы, как и при действии любого раздражителя, движутся по нервным волокнам к мозгу, а там широко распространяются, с одной стороны, по магистральным путям к соответствующим центрам мозга, а с другой — заходят в ретикулярную формацию и умножаются.

Общая вибрация бывает на механизированном транспорте, заводах железобетонных конструкций, в ткацких цехах и на других производствах. Общей вибрацией называются механические колебания, которые вместе с колеблющимся объектом смещают тело и его органы в различных плоскостях — горизонтально, вертикально или под углом. Во время общей вибрации колебания воспринимаются соответствующими рецепторами. Нервные импульсы и в этом случае широко распространяются на различных уровнях мозга.

Отрицательное влияние вибрации, как местной, так и общей, на функциональное состояние человеческого организма чрезвычайно разнообразно. Спектр функциональных изменений здесь очень широкий. Необходимо отметить, что длительное воздействие вибрации вызывает значительный расход нервной энергии, является причиной утомления и нарушения нормального состояния процессов возбуждения и торможения, приводит к расстройству деятельности нервной системы и внутренних органов.

С принципиальной точки зрения механизм отрицательного влияния вибрации и шума одинаков. Различия в проявлениях длительного действия шума и различных видов вибрации связаны с тем, что шум и вибрация действуют на различные воспринимающие нервные приборы. Вибрация влияет на организм рефлекторным путем. Вместе с тем вибрационные факторы непосредственно оказывают механическое воздействие и на сами внутренние органы. При определенных условиях вибрация становится причиной временной нетрудоспособности из-за вибрационной болезни, при которой поражаются опорно-двигательный аппарат, сосуды, нервные стволы и т. д.

Чтобы предупредить вредное действие шума и вибрации, необходимо строго соблюдать предельно допустимые уровни шума и виброобразования на производстве. Наиболее действенным средством защиты является устранение причин возникновения шума и вибрации в самом техническом агрегате или механизме.

Тема 7. ДЕЙСТВИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

В понятие *производственного микроклимата* входят температура воздуха, его влажность и скорость движения, атмосферное давление и т. д.

Температура воздуха производственных помещений в известной степени зависит от технологического процесса. Источником выделения тепла являются агрегаты, предназначенные для термического воздействия на предмет труда, например, доменные, мартеновские и другие печи, нагретые предметы, горячие газы и жидкости. На некоторых производствах, например текстильном, высокая температура воздуха в цехах поддерживается в силу специфики технологии. Источником тепла являются также люди. При тяжелой физической работе человек выделяет до 300 ккал/ч. Температура воздуха в цехах зависит и от времени года.

Производственные помещения, в которых общая масса тепловыделений не превышает 20 ккал · м³/ч, относятся к так называемым холодным (нормальным) цехам, а производственные помещения, в которых количество выделяемого тепла превышает это значение, — к горячим.

Производственный микроклимат имеет существенное значение для человека, совершающего работу. Здесь надо иметь в виду два исходных научных положения: обмен веществ как основу жизнедеятельности человека и постоянство внутренней среды человеческого организма, через которую совершается обмен веществ.

Как известно, жизнь характеризуется постоянно совершающимся обменом веществ. В свою очередь, обмен веществ связан с непрерывным расходом и потреблением энергии. Для энергетических превращений питательных веществ в организме необходим кислород. Взаимодействуя в сложной биохимической среде, питательные вещества и кислород образуют пластические

материалы и энергию, необходимые для разнообразной деятельности, совершаемой с целью удовлетворения многочисленных потребностей организма. Но обмен веществ в человеческом организме может происходить только при строгом постоянстве его внутренней среды. Эта особенность является важной чертой биологической организации человека.

Постоянством внутренней среды (гомеостазисом) называется постоянство ее физико-химических характеристик, а также постоянство состава этой среды относительно определенных ее элементов. Эти элементы и характеристики внутренней среды называются *константами*. Например, константами являются состав воздуха внутри легких, газов крови, а также температура тела, артериальное давление и т. д. Постоянство внутренней среды, т. е. постоянство ее констант, обеспечивается регулирующей деятельностью мозга — его рефлекторной, интегральной и координационной функциями. Организм охраняет константы от изменений и возвращает их к исходному уровню после отклонения от нормы. Поддержание температурной константы обеспечивается сложной функциональной системой, сущность которой заключается в терморегуляции.

Если температура окружающей производственной среды высокая, то для сохранения температурной константы организм с помощью нервной системы мобилизует деятельность потовых желез, сердечно-сосудистой системы и органов дыхания. Например, выделение воды организмом в горячих цехах может достигать 5–8 л за смену, что составляет 7–10% веса тела. При этом происходит значительный расход энергетических ресурсов организма, что приводит к снижению производительности и эффективности труда.

Изменение температурной константы в противоположную сторону — снижение температуры тела, влияние холода — также мобилизует деятельность механизмов терморегуляции. В этом случае усиливаются окислительные процессы в мышцах, где находится основной источник, вырабатывающий тепло. В условиях холода значительно расходуются энергетические ресурсы организма и снижается эффективность труда у исполнителя работы.

Для терморегуляции большое значение имеют физические особенности воздуха производственной среды — влажность и

движение воздуха. Человеческий организм, совершая теплообмен, использует для этого физические свойства среды — конвекцию, испарение и излучение. При этом около 45% отдаваемого тепла организм теряет путем излучения, 30% — путем конвекции и 25% — путем испарения. Эти существенные для терморегуляции свойства зависят от влажности и скорости движения воздуха.

Так, влажный холодный воздух способствует интенсивной отдаче тепла организмом. Дело в том, что воздух, насыщенный влагой, обладает большей теплопроводностью, чем сухой. Влажный воздух усиливает теплоотдачу и по другой причине. Он проникает между одеждой и поверхностью кожи, насыщает влагой слой воздуха, находящийся под одеждой, и делает воздух, непосредственно соприкасающийся с кожей, более теплопроводным.

В условиях повышенной влажности и высокой температуры воздуха действенным является другое средство. В данном случае нормальная температура тела сохраняется благодаря отдаче тепла, израсходованного при испарении пота. Если температура воздуха приближается к температуре тела или равняется ей, то для терморегуляции используется испарение. Однако испарение резко затрудняется, когда влажность воздуха достигает 80–90%.

Существует много путей и средств создания комфортного производственного микроклимата. Наиболее действенными являются автоматизация и механизация тяжелых работ в горячих цехах. В этом случае исполнитель освобожден от необходимости находиться долгое время в зоне высоких температур и излучений. Широко распространена управляемая система естественной вентиляции — *аэрация*. Она наиболее эффективна, когда ее недостаток восполняется искусственной вентиляцией — принудительным удалением тепла, пыли, дыма, паров и газов из мест их непосредственного выделения и подачи к рабочим местам чистого (охлажденного) воздуха.

Большое значение имеют технические средства защиты от источников тепла: покрытие теплоизоляционными материалами производственного оборудования, являющегося источником тепла, устройство окон около печей, охлаждающих водяных рам, экранов, щитов, водяных систем и т. д., а также автоматическое управление дверцами нагревательных печей и быстрое удаление

за пределы производственного помещения изделий из металла, подвергнутых термической и механической обработке.

Есть немало средств, которые обеспечивают чистоту воздуха на производстве. Главным средством является совершенная технология, исключая полностью образование пыли и поступление газов в среду или ограничивающая их присутствие в воздухе до минимума, т. е. до предельно допустимых концентраций.

Большое значение имеет усовершенствование рабочих инструментов. Например, есть отбойные молотки, оборудованные оросительной системой.

Наиболее перспективным средством, обеспечивающим постоянную чистоту воздуха и нормативный микроклимат, является *кондиционирование*, т. е. создание искусственного климата в производственном помещении с помощью кондиционирующих установок.

Эти управляемые установки позволяют подавать в помещение очищенный и в зависимости от конкретных метеоусловий увлажненный или осушенный, нагретый или охлажденный воздух с одновременным удалением уже использованного воздуха. Кондиционирование воздуха является радикальным и экономически выгодным средством оздоровления условий труда, особенно в горячих цехах и на предприятиях, расположенных в жарких климатических районах.

Тема 8. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ

Глаз — это основные ворота, через которые в мозг человека поступает расположенная на расстоянии (дистантная) информация. Зрительный анализатор совершает отправления благо-

даря нервным импульсам. Они возникают в сетчатке и мышцах глаза, обеспечивающих движение глазного яблока и аккомодацию зрачка (его сужение и расширение).

Важнейшим фактором, влияющим на деятельность зрительного анализатора, является степень освещения, т. е. *освещенность*. Этот фактор играет существенную роль в деятельности зрительного прибора и организма в целом. Дело в том, что у человека свет тесно связан с исторически сложившимся биологическим ритмом бодрствования и сна. Поэтому ограничение зрительных раздражений снижает уровень возбуждения в мозге и может привести к развитию в нем торможения — состоянию сонливости и сна.

Способность глаза разделять два объекта зависит не только от расстояния между ними, но и от освещенности видимых объектов. При недостаточной освещенности происходит напряжение мышечного аппарата глаза, которое тем больше, чем меньше степень освещенности.

Значительная мобилизация мышечного аппарата глаза, связанная с недостаточной освещенностью, является причиной развития утомления. Оно имеет существенную особенность: утомление зрительного анализатора тесно связано с центрами мозга, которые угнетают, тормозят его деятельность, а затем вызывают сон. По этой причине утомление, вызванное напряжением зрительного анализатора, развивается как общее утомление, снижение работоспособности всего организма.

На функцию зрения влияет также качество освещения — равномерность освещения и особенности его источника.

Равномерное освещение в производственном помещении сокращает время, необходимое для того, чтобы увидеть и различить предмет и его детали.

Дело в том, что когда поле зрения освещается неравномерно, изменяется светочувствительность глаза. При переводе взгляда с одних точек поля зрения на другие включается физиологический механизм приспособления светочувствительности глаза к имеющемуся уровню освещенности. Требуется некоторое время, чтобы сработал этот механизм. По этой причине весь зрительный процесс различения предметов и их деталей становится более длительным.

Чтобы обеспечить в производственном помещении равномерное освещение, нужно найти оптимальное соотношение общего

и местного освещения. Для изучения этого вопроса сравнивали эффективность зрительно-моторной деятельности при трех вариантах: первый вариант — соотношение общего и местного освещения 1:10; второй — 3:7; третий — только одно общее интенсивное освещение. Наибольшей эффективностью была при третьем варианте.

Для оптимальной работы зрительного аппарата имеют значение источники освещения и направление от них светового потока. Благодаря различной спектральной насыщенности свет может быть одноцветным (монохроматическим) или смешанным, т. е. иметь те или иные оттенки. Для функции зрения монохроматический свет наиболее благоприятен. И вот почему. При монохроматическом свете острота зрения больше, чем при смешанном. Кроме того, такой свет создает наиболее благоприятные условия для четкого восприятия цвета. При этом лучшим источником является естественное освещение, а среди искусственных — люминесцентное. Газоразрядные лампы предпочтительнее ламп накаливания, так как обладают лучшей цветностью. К тому же яркость газоразрядных ламп примерно в 12 раз меньше яркости ламп накаливания. Поэтому газоразрядные лампы имеют слабое ослепляющее влияние на зрение.

Наконец, важное значение имеет направление светового потока от источника света. В зависимости от того, куда направлен световой поток, эффективность зрения также различна. Так, было испробовано три варианта распределения одного и того же количества света. Первый вариант: вниз — 70% светового потока, вверх — 30%; второй вариант: поровну вниз и вверх; третий вариант: вниз — 30%, вверх — 70%. Оказалось, что наибольшая эффективность зрительной работы была в последнем варианте. В данном случае создается большая равномерность освещения за счет отраженного света. Эффективность третьего варианта на 15–20% выше по сравнению с первым.

Физиологически обоснованные уровни освещенности — важный вопрос. По данным специальных исследований, интенсивность освещения, равная 20000 люкс, в условиях высокого его качества (равномерность, отсутствие ослепления и т. д.) не вызывает утомления зрительного аппарата. Оптимальные уровни освещенности в зависимости от характера выполняемой работы находятся в пределах 1000–2000 люкс. Например, в американ-

ской машиностроительной промышленности в сборочных цехах используют освещенность в 1000 люкс и более. Доказана возможность повышения производительности труда при улучшении освещения. Установлено, что за счет лучшего освещения производительность труда повышается на 5–6% при выполнении работ малой точности, до 15% — при выполнении точных работ и до 40% — при выполнении сверхточных работ.

Состояние освещения производственных помещений играет важную роль для предупреждения производственных травм. Чем рациональнее освещение, тем безопаснее работа. Группой американских специалистов установлено, что около 20% несчастных случаев в промышленности и на транспорте происходит из-за плохого освещения. По их подсчетам, среднегодовые потери от этих несчастных случаев составляют 2 млрд. дол., тогда как для обеспечения удовлетворительного освещения достаточно было бы суммы, равной 20% этих потерь.

Рациональное освещение является важным фактором общей культуры труда. Нельзя обеспечить чистоту и порядок в помещении, где полумрак, а осветительные приборы находятся в запущенном состоянии.

Различают зрение центральное и периферическое. *Центральное* (или прямое) *зрение* характеризуется значительной остротой и различением цветов. Это дает возможность зрительно оценить предметы внешнего мира. В условиях достаточной освещенности человек пользуется центральным зрением. Оно осуществляется с помощью колбочек.

Периферическое зрение обеспечивается с помощью палочек. Его характеризуют малая острота и бесцветность зрительных восприятий. Периферическое зрение используется в условиях недостаточной освещенности и обеспечивает общую зрительную ориентировку в пространстве.

Глаз не только реагирует на свет, но и различает степень его яркости. Показателем абсолютной чувствительности служит минимальное количество световой энергии, которое необходимо для возникновения зрительного ощущения.

Чувствительность глаза к свету непостоянна. Она зависит от степени освещенности: в темноте она повышается, а при ярком свете понижается. Приспособление глаза к видению при различной освещенности называется адаптацией. Различают

адаптацию глаза темновую и световую. Переходя из ярко освещенной комнаты в темное помещение человек перестает что-либо видеть. Через некоторое время он начинает различать контуры предметов, а чуть позже — их детали. Это обусловлено повышением световой чувствительности глаза, т. е. проявлением темновой адаптации. Противоположное явление происходит при резком переходе от темноты к яркому свету. В первое мгновение человек ничего не видит; при сильном свете возникают даже болевые ощущения в глазах. Включаются защитные приспособления глаза: смыкаются веки (человек жмурится), увеличивается слезоотделение. Через одну-две минуты зрение восстанавливается. Это световая адаптация. Она заключается в понижении световой чувствительности глаза.

Человеческий глаз способен различать цвет. Возникновение того или иного цветового ощущения зависит от длины световых волн, действующих на глаз. Длинные волны вызывают ощущение красного цвета, короткие — фиолетового. Волны промежуточной длины вызывают ощущение остальных пяти цветов спектра. Если предмет одновременно отражает все волны спектра, он кажется белым, если поглощает — черным.

Еще М. Ломоносов (1756 г.) впервые предположил, что в природе существует три вида “светоносного эфира”, которые вызывают ощущение трех основных цветов — красного, желтого и голубого. Глаз содержит три особых элемента, каждый из которых воспринимает один из этих основных цветов. Все другие цвета получаются от смешения основных. Согласно современным представлениям, в сетчатке имеется три колбочки, каждая из которых воспринимает определенный цвет — красный, синий или зеленый. Происходит это при участии особых химических веществ. В одних колбочках содержится химическое вещество, распадающееся при действии длинноволновых лучей, соответствующих красному цвету, в других — под влиянием коротковолновых лучей, соответствующих синему цвету. Эти вещества раздражают нервные окончания зрительного нерва и вызывают в них возбуждение. Волна возбуждения, поступая в мозговой отдел зрительного анализатора, вызывает цветовое ощущение, соответствующее длине действующих волн. Ощущение промежуточного цвета возни-

кает при одновременном, но не одинаковом раздражении колбочек разного типа.

Случается, что цветовое зрение нарушается. Различают три вида такого нарушения. Нарушение восприятия красного цвета называют *протанопией*. Оно врожденное. Люди, страдающие протанопией, не могут работать там, где необходимо различать красный цвет (например, водителями).

При нарушении восприятия зеленого цвета — *дейтеранопии* — он кажется человеку темно-красным или голубым. Некоторые люди не воспринимают синий и фиолетовый цвета. Такое нарушение цветовосприятия называют *тританопией*.

Встречается и полная цветовая слепота: человек видит все предметы в сером цвете.

Поле зрения для различных цветов не одинаково: оно наименьшее для красного и зеленого, наибольшее — для белого.

Зрительная ориентация в пространстве возможна только при бинокулярном зрении. По сравнению с видением одним глазом — монокулярным зрением — оно увеличивает поле зрения и повышает остроту зрения, обеспечивает большую чувствительность к свету в условиях темновой адаптации, повышает точность оценки размеров объекта и расстояний, улучшает восприятие объемности рассматриваемых объектов.

Тема 9. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Профессиональным отбором называется система мероприятий, которые обеспечивают расстановку людей на производстве с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей, склонностей и способностей.

Проблема **профессионального отбора** — задача большой важности в связи с тем, что все усложняющееся производство

предъявляет повышенные требования к различным сторонам нервно-психической деятельности — быстрой реакции, устойчивому вниманию, хорошей координации движений, умению быстро ориентироваться в сложной обстановке, принимать правильное решение и т. д. Все эти требования связаны с научно-техническим прогрессом, а потому объективно обусловлены и подлежат научно обоснованному учету.

Типы нервной системы (высшей нервной деятельности) имеют непосредственное отношение к индивидуальному подбору профессий. Отдельные люди обладают общими признаками и свойствами. Вместе с тем они различаются рядом черт, присущих только отдельному человеку или какой-то группе людей.

Индивидуальные особенности нервной системы у человека проявляются на различных ее уровнях. Прежде всего они обнаруживаются в основных свойствах нервной системы. Далее, индивидуальные особенности проявляются в характере совместной деятельности первой и второй сигнальных систем, т. е. в специфической деятельности, присущей только человеку. Разработанные И. Павловым классификации типов высшей нервной деятельности основаны на учете этих различных уровней. Критерием общих типов нервной системы является характеристика ее основных свойств.

Основными свойствами нервной системы являются ее сила, уравновешенность и подвижность. *Силой нервной системы* называется ее работоспособность, т. е. способность нервных клеток к значительному напряжению возбуждения и его производного процесса — торможения. Сила нервных процессов показывает, какой высокой работоспособностью обладает вся нервная система. В соответствии с уровнем работоспособности сильная нервная система способна выдерживать большие нагрузки в течение длительного времени и, наоборот, слабая нервная система не выдерживает больших и длительных нагрузок.

Уравновешенность — это соотношение сил возбуждения и торможения. Оно не зависит от абсолютного значения силы обоих процессов. Уравновешенность и неуравновешенность нервных процессов могут находиться на разном количественном уровне (например, сравнительно слабые нервные процессы могут быть уравновешенными, т. е. равными по силе и т. п.).

Подвижность нервной системы — это скорость перехода от одного вида деятельности к другому. Чем легче и быстрее один процесс — возбуждение какой-то деятельности — переходит в другой — торможение этой деятельности, тем с большей подвижностью мы имеем дело, тем быстрее такая нервная система способна осуществлять переход от одного конкретного вида деятельности к другому в соответствии с требованиями и изменениями внешней среды.

По выраженности основные свойства нервной системы имеют значительные индивидуальные различия. И. Павлов выделил четыре четко очерченных типа высшей нервной деятельности, т. е. определенных комплекса основных свойств нервной системы. По критерию силы И. Павлов различал слабую и сильную нервную системы. В зависимости от уравновешенности нервных процессов нервная система оценивается как уравновешенная либо неуравновешенная. Уравновешенная нервная система, в свою очередь, в зависимости от подвижности или инертности нервных процессов также подразделяется на два соответствующих вида.

В классификации И. Павлова общие типы представлены так:

1. *Слабый тип*. Он характеризуется слабостью обоих нервных процессов — возбуждения и торможения (меланхолик).
2. *Сильный неуравновешенный тип*. У него имеется сильный процесс возбуждения и относительно слабый процесс торможения. Безудержный тип (холерик).
3. *Сильный уравновешенный подвижный тип*. Живой тип (сангвиник).
4. *Сильный уравновешенный тип*, но с инертными нервными процессами. Спокойный тип (флегматик).

Критерием для оценки индивидуальных особенностей, которые имеют место в специфической только для человека стороне высшей нервной деятельности, является соотношение в ней первой и второй сигнальных систем. По мнению И. Павлова, благодаря двум сигнальным системам и в силу давних хронически действовавших разнообразных образцов жизни людская масса разделилась на типы: художественный, мыслительный и средний.

У людей, относящихся к *художественному типу*, преобладает первая сигнальная система. Они захватывают действительность целиком, сплошь, сполна, живую действительность, без всякого дробления и разъединения.

Противоположное соотношение характерно для *мыслительного типа*. Здесь преобладает вторая сигнальная система. Представители этого типа воспринимают действительность так: дробят ее и тем как бы умерщвляют, делая из нее какой-то временный скелет, и затем только постепенно как бы снова собирают части действительности и стараются их таким образом оживить, что полностью им все-таки так и не удается.

Наконец, был выделен еще *средний тип*. Он характеризуется тем, что в своей высшей нервной деятельности в должной мере соединяет работу обеих сигнальных систем.

Согласно учению И. Павлова, конкретный человек может иметь любую вариацию силы, уравновешенности и подвижности нервной системы (общий тип) и вместе с тем принадлежать к любому из частных типов высшей нервной деятельности (художественному, мыслительному или среднему).

Тип нервной системы накладывает определенный отпечаток на работоспособность человека, способность экономично дифференцировать, разграничивать и расчленять явления во времени и пространстве, т. е. на уровень экономичности аналитико-синтетической деятельности центральной нервной системы. Кроме того, он определяет скоростную характеристику деятельности человека.

Наличие индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности не дает основания для деления людей на группы с разной степенью полноценности. Недостаток в одном каком-нибудь качестве компенсируется более высокими другими способностями. Например, слабый тип при невысокой работоспособности обладает тонкой чувствительностью и реагирует на незначительные изменения в объекте своей деятельности. Люди инертного типа имеют характерный стиль трудовой деятельности: они любят систематичность и план. Недостатки, связанные с плохой подвижностью нервной системы, они компенсируют планированием. Холерик плохо переносит монотонность, поэтому многообразит свою работу, переключаясь с одного вида деятельности на другой.

Учение о психических способностях также составляет научную основу профессионального отбора. *Способности* — это психические свойства, обуславливающие успех в той или иной деятельности. Каждый человек обладает такими способностями, как восприятие, память, мышление и т. д., но они могут иметь индивидуальные отличия. Задатки способностей есть у всех людей. Но эти задатки не предопределяют, а служат основой способности как прижизненно формулируемого явления.

Чтобы разграничить в психике человека врожденные черты и приобретенные особенности, используют понятия генотипа и характера (фенотипа). *Генотипом* называются свойства психической деятельности, обусловленные наследственным механизмом. *Характер* — это система стержневых психических свойств, приобретенных во время индивидуальной жизни. Изучение характера идет по нескольким направлениям. В характере человека изучаются отношения к самому себе, своей личности. Далее выясняется отношение человека к собственной деятельности, своему труду. Наконец, определяется отношение человека к окружающей его социальной среде, другим людям.

По способности к восприятию одни люди относятся к *аналитическому типу*, а другие — к *синтетическому*. Первые легко улавливают и схватывают детали, но испытывают затруднения, пытаясь охватить явление в целом. Люди с синтетическим складом восприятия, наоборот, легко и быстро схватывают объект как целое явление, но испытывают трудности при его детальном рассмотрении.

Кроме того, в способности к восприятию различают *субъективный* и *объективный типы*. Люди первого типа вносят в восприятие личное отношение, собственные переживания. Обладая объективным типом восприятия, человек, наоборот, отражает в своей психической деятельности тот или иной объект или явление строго объективно.

Внимание как психическая способность у различных людей вариабельно по объему, устойчивости, переключению и другим свойствам. Так, в трудовой деятельности имеет значение *концентрированное* и *распределенное внимание*. Первый тип внимания заключается в выраженной способности человека легко и быстро быть поглощенным какой-то одной работой, одним заданием. Второй тип состоит в развитой способности человека

распределять внимание на ряде объектов, на нескольких процессах, протекающих параллельно.

Индивидуальные различия значительны по способности к памяти. Люди различаются по объему памяти, длительности ее хранения, точности воспроизведения, а также по преимущественному развитию того или иного вида памяти — зрительной, слуховой, моторной и т. д. У одних людей выражена образно-наглядная память, у других — словесно-отвлеченная.

Мышление — сложная психическая способность. На основе этой способности человек не только строит гипотезы, но и оценивает их достоверность, степень риска. По этим критериям выделяют пять типов мышления. Так, *импульсивный* тип чрезвычайно продуктивен на гипотезы, но не оценивает и не контролирует их достоверность и связанный с ними риск. *Азартный* тип принимает решения с ясным пониманием риска. *Уравновешенный* тип в равной мере считается как с решением, так и с контролем за его исполнением. *Осторожный* тип каждое решение строго оценивает с точки зрения риска. *Инертный* тип принимает решение только тогда, когда абсолютно уверен в успехе.

Профессиональный отбор качествен только тогда, когда известны важнейшие психофизиологические особенности профессии. Профессиография, т. е. психофизиологический анализ, описание и характеристика профессионально важных признаков различных профессий, является необходимой научной основой профессионального отбора. Результаты профессиографии конкретной профессии называются *профессиограммой*.

Профессиография конкретного рабочего места представляет собой развернутый перечень всех общих и специфических особенностей, свойственных данному виду деятельности. Профессиографическому описанию подлежат важнейшие стороны рабочего места. Во-первых, указываются знания, которыми должен владеть исполнитель. Во-вторых, перечисляются навыки, которыми должен обладать исполнитель. В-третьих, перечисляются предпочтительные психофизиологические качества исполнителя в сенсорной, интеллектуальной, двигательной сферах и т. д.

Наконец, научную основу профессионального отбора составляет умение объективным путем измерять и оценивать профессионально важные качества. Это умение называется

психодиагностикой. За рубежом определение профессионально важных признаков получило название *тестологии*. Цель психодиагностики — предсказать эффективность действий исполнителя в реальной производственной обстановке, включая чрезвычайные (экстремальные) условия. Широко применяются испытания (тесты) исполнителя на цветоразличение, остроту зрения, слуха и т. д.

Профессиональный отбор проводится в трех направлениях, которые получили название профессионального отбора, профессиональной консультации и профессиональной ориентации. *Профессиональный отбор* — это отбор из группы кандидатов на определенную должность лиц, которые при прочих равных условиях способны обеспечить наибольшую эффективность в выполнении стоящих перед ними задач, сохранность своего здоровья, безопасность производства.

Профессиональной консультацией называется выбор для человека тех профессий, которые в наибольшей степени отвечают его интересам, склонностям, здоровью и способностям.

Профессиональная ориентация — подыскание профессий, которые интересны для данного абитуриента и соответствуют рекомендациям профконсультации.

Все виды профессионального отбора имеют определенную общность. Во-первых, они сходны в экономическом плане. Следствием всех трех направлений профессионального отбора является повышение эффективности их общественно полезной деятельности, т. е. эффективности труда. Экономический эффект здесь складывается за счет сокращения сроков обучения; снижения текучести кадров; уменьшения аварийности и травматизма; повышения производительности труда и качества продукции.

Во-вторых, в социально-экономическом плане профессиональный отбор (все его направления) содействует решению важнейших вопросов занятости населения и рациональной расстановке кадров, т. е. максимальному использованию возможностей и способностей кадров в соответствии с потребностями и интересами общества в целом и каждого работника в отдельности.

В-третьих, труд только тогда станет основной жизненной потребностью, когда будет соответствовать способностям, интересам и склонностям человека.

В производственном обучении широко применяется комплексный метод с характерными чертами. Во-первых, все, что осваивает ученик, должно быть частью трудовой деятельности, которой он обучается.

Во-вторых, от ученика требуется, чтобы он ясно понимал структуру всех трудовых действий, которым обучается, а именно: цель действия, способ его осуществления и результаты совершенного действия.

В-третьих, этим методом пользуются с учетом индивидуальных особенностей учеников.

Обучение комплексным методом осуществляется в два этапа. Первый этап заключается в усвоении навыков, составляющих труд данной профессии. Второй этап состоит в освоении комплексной работы возрастающей сложности.

В последние годы стали использовать метод, который получил название *программированного (управляемого) обучения*. Нужно иметь в виду, что каждый метод имеет программу обучения, т. е. перечень вопросов и заданий, которые надлежит усвоить ученику. Специфическое отличие программированного обучения от других видов обучения состоит в том, что в него входит не только программа обучения, но и технология самого процесса обучения.

Программой процесса обучения называется такая последовательность обучения, которая позволяет постоянно контролировать усвоение учебного материала как учеником, так и преподавателем. Следовательно, программированное обучение — это такой метод, когда перечень учебных вопросов или учебных заданий предъясняется дробно и в зависимости от успешности усвоения учеником каждого шага обучения. Такое обучение имеет определенные особенности.

Первая особенность программированного обучения состоит в том, что учебный материал расчленяется на небольшие части — порции, шаги. Каждый шаг должен быть логически завершен, т. е. иметь простейшую цель. Другая особенность этого метода заключается в наличии подкрепления каждого шага обучения. Подкрепление сигнализирует ученику, что он правильно совершил действие, успешно достиг намеченной цели.

Программированное обучение ценится за ряд достоинств. Этот метод экономичен, позволяет проводить массовое высоко-

качественное обучение, учитывает индивидуальные особенности учеников.

Все методы производственного обучения имеют одну конечную цель — создать у исполнителя работы необходимые предпосылки для формирования у него профессионального мастерства. Началом производственного обучения являются навыки — способы достижения цели и решения задачи. Чтобы овладеть профессией, нужно приобрести много навыков — двигательных, сенсорных и умственных. Первая предпосылка мастерства — это производственные навыки, закрепляемые до стадии автоматизации.

Вторая предпосылка мастерства заключается в наличии у исполнителя умения — способности успешно применять навыки в новых, непривычных условиях. Третьей предпосылкой служат знания — усвоенные человеком понятия. Наконец, мастерство немислимо без высокого интереса и любви к труду данной профессии. Все эти предпосылки тесно взаимосвязаны в едином творческом процессе обучения и упражнения.

С психологической точки зрения, основными элементами производственной деятельности, которой обучается ученик, являются формирование цели, выбор средства, способа для ее достижения, а также выполнение действия, в итоге которого должен быть получен результат, показывающий, что намеченная цель выполнена. Эти элементы формируются и становятся актуальными причинами у исполнителя работы соответствующей мотивации, т. е. когда он ясно и конкретно представляет себе полезность труда и для самого себя, и для общества.

Как видим, трудовая деятельность, которой обучается ученик, только тогда будет целесообразной, когда достигается полное соответствие между заданием (целью) и исполнением или между акцептором действия и полученным результатом. Необходимость такого соответствия предъявляет определенные требования к высшей нервной деятельности. Первое требование: исполнитель должен достаточно точно дифференцировать пусковой стимул и соответствующую ответную реакцию организма в виде конкретного движения, приема, рабочей операции. Другое требование состоит в том, что выполняться намеченная цель должна не только предельно точно, но и экономно с точки зрения затрат времени и энергии. Наконец, необходимо, чтобы способ достижения намеченной цели был прочно

закрепленным комплексом трудовых движений и приемов, устойчивым к различным тормозящим влияниям со стороны производственной среды.

Все эти требования обязательно выполняются, но не сразу, а в результате повторений учеником своей профессиональной деятельности. Систематическое возобновление трудовой деятельности получило название *тренировки*, или упражнения.

Тренировка влечет за собой многосторонние физиологические превращения, в которых участвуют рефлекторная, координационная и интегративная функции мозга.

В каждом конкретном случае трудовое поведение человека состоит из множества рефлексов. Но благодаря системной деятельности мозга все эти рефлексы находятся во взаимодействии, объединены на основе достижения намеченной цели и являются составной частью функциональной системы, которая называется *программой действия*. В трудовой деятельности психофизиологической основой программы действия является рабочий навык — способ достижения намеченной цели, решения поставленной задачи.

Когда действует пусковой раздражитель, то вызванное им возбуждение достигает мозга, а затем одновременно распространяется к двум различным по значению физиологическим аппаратам. С одной стороны, возбуждением охватывается так называемая эфферентная часть функциональной системы — нейроны, которые посылают команду различным органам, в какой последовательности и какие действия должны совершать мышцы. Этот физиологический аппарат мозга содержит в себе в закодированном виде программу действия.

С другой стороны, возбуждением одновременно охватываются нейроны акцептора действия, которые должны будут воспринимать и путем переработки оценивать обратную афферентацию, т. е. нервные импульсы, несущие в себе информацию о результатах совершаемого действия. Если обратная афферентация не будет соответствовать цели действия, то произойдет рассогласование нервных процессов. Тогда человек заметит свою ошибку и активно начнет ее исправлять.

В каждом конкретном случае рабочий навык может состоять из множества основных и сопутствующих рефлексов, которые включаются в различной последовательности.

Известно, что намеченной цели можно достичь различными способами. Задача состоит в том, чтобы исполнитель работы пользовался наиболее рациональным навыком. Эта задача решается человеческим организмом с помощью координационной функции мозга.

У исполнителя работы при ее повторении отмечаются разные позы, положения рук, пальцев и т. д. Благодаря условно-рефлекторной деятельности вырабатываются действия и комбинации, каждая из которых является отдельным (рациональным или нерациональным) способом достижения одной и той же цели, выполнения одного и того же задания. На этой стадии формирования рабочего навыка имеет место нейрофизиологический конфликт между различными рефлексам, который можно преодолеть разными путями. Наиболее действенный путь — рационально организованная тренировка. Она должна строиться на основе рекомендаций физиологии. Важнейшие из них:

1. Правильное использование при осуществлении движения активных и пассивных сил, которые заложены в двигательном аппарате человека. Активной силой называется сокращение мышц, пассивной силой — инерция, сила рычага и сцепления, а также эластические силы.
2. Плавность движения, заключающаяся в отсутствии резких изменений в его направлении. Плавность движений является наиболее экономной формой движения с точки зрения затрат мышечной и нервной энергии.
3. Округлость или овальность траектории движущихся звеньев. Дело в том, что при округлом движении вовлекается меньшее количество кинетических пар, чем при прямолинейном. Поэтому округлость является экономной формой движения.
4. Непрерывность движений. При таких движениях экономится нервная и мышечная энергия за счет исключения затрат, связанных с расчленением движения на составные части. Выполнение каждой такой части требует дополнительных мышечных усилий, связанных с началом и завершением движения.
5. Направление движения. При конструировании средств управления механизмами и системами необходимо учитывать

особенность безусловнорефлекторных защитных движений: они имеют направление к себе. Кроме того, нужно учитывать другую особенность безусловнорефлекторной деятельности: движение происходит в том направлении, откуда по-является стимул.

6. Размах движения. Целесообразным является умеренный диапазон движения. В этом случае сохраняется плавность движения.
7. Сочетание движений рук во время работы. При этом мышечная нагрузка распределяется на симметричные мышцы и создаются условия для активного отдыха.
8. Устранение лишних движений. Наличие бесполезных движений ускоряет утомление организма.
9. Ритмичность работы. Такой способ выполнения работы создает благоприятные условия для регуляции процессов, протекающих в центральной нервной системе и в самом двигательном аппарате. Под ритмом движений следует понимать повторяемость комплекса движений, приемов или рабочей операции через равные промежутки времени. С понятием ритма тесно связан темп движения, который характеризует частоту повторения циклов движения.

Ритмичная работа отличается четкой слаженностью, требует наименьших нервных и физических затрат энергии и благотворно сказывается на функциях человеческого организма, в том числе вегетативных, обменных, секреторных и др.

При выборе темпа для ритмичной работы следует учитывать содержание операции, ее сложность, наличие микропауз. Большое значение имеет усвоение исполнителем ритма. Неоднократное повторение через одинаковые промежутки времени пусковых раздражителей приводит к выработке у исполнителя рефлекса на время. Этот рефлекс способствует ритмичной работе.

10. Ограничение во время работы статических напряжений. Статические напряжения не создают условий для активного отдыха, в данном случае недостаточно используются пассивные силы. Они создают затруднения для вегетативных функций (дыхание, кровообращение и др.).
11. Экономия мышечной массы, участвующей в движении.

12. Равномерное распределение нагрузки на анализаторы. Использование нескольких сенсорных каналов — зрительного, проприоцептивного, осязательного и др. — создает благоприятные условия для координационной и системной деятельности мозга, а также для активного отдыха.

Производственное упражнение представляет собой процесс приспособления и соответствующего изменения физиологических функций человеческого организма для наиболее эффективного выполнения конкретной работы.

Известны различные подходы к объяснению физиологической сущности упражнений. Наиболее предпочтительным является такое ее понимание, которое вытекает из теории доминанты, раскрывающей координационную функцию мозга.

Первая стадия упражнений (тренировки) — становление рабочего навыка. Для начальной стадии тренировки характерен ряд явлений: множественность и неопределенность поведения, нерешительность, обилие лишних движений и усилий, замедленность реакций, частые ошибки и неточности, мобилизация внимания и напряженный характер вегетативных компонентов трудового процесса.

Вторая стадия тренировки — упрочение рабочего навыка. Усвоение приемов работы, правильных способов решения поставленной задачи человек фиксирует с помощью совпадения конкретно изготовленного продукта с его идеальным образцом, т. е. благодаря совпадению заготовленного возбуждения в акцепторе действия и обратной афферентации. Возбуждение теперь все больше сосредоточивается (концентрируется) в немногих нервных центрах коры головного мозга. Внешне эта стадия тренировки проявляется определенностью, однозначностью трудового поведения, четкими, быстрыми и экономными рабочими движениями, характеризуется отсутствием нерешительности и ошибок. Напряженность внимания уменьшается, а мобилизация вегетативных компонентов становится умеренной.

Третья стадия тренировки — автоматизация рабочего навыка. На этой стадии рабочий навык становится динамическим стереотипом. Условия, необходимые для образования динамического стереотипа, и его особенности были установлены И. Павловым в опытах на собаках. Однако полученные результаты позволяют понять также физиологическую основу человека.

Уже сложившаяся координация условных рефлексов на стадии их автоматизации становится максимально стабильной, что проявляется в ряде существенных особенностей. Так, участие коры больших полушарий в реализации условных рефлексов резко ограничивается. За ней остается только функция контроля и оценки. Далее, зрительные и другие дистантные раздражители теперь не играют ведущей роли, а решающее значение приобретают кинестезические раздражения.

Теперь психическая деятельность сосредоточивается на результатах деятельности. На стадии автоматизации рабочий навык становится очень экономной формой деятельности при затратах не только мышечной, но и нервной энергии. Затем система рефлексов, составляющих динамический стереотип, приводится в действие без участия специальных раздражителей, которые ранее являлись необходимой предпосылкой для выработки каждого отдельного рефлекса. Она сразу же запускается при наличии только лишь первого раздражителя данной системы.

Таким образом, *динамический стереотип* — это выработанный и упроченный тренировкой автоматизированный способ достижения определенной цели и решения поставленной задачи.

В трудовой деятельности динамический стереотип проявляется как система двигательных условных рефлексов, поэтому он получил название *двигательного динамического стереотипа*.

Динамический стереотип есть устойчивая и слаженная система условных рефлексов, которая образуется в результате многократного повторения условных раздражений в заданной последовательности и через определенные промежутки времени. Двигательный динамический стереотип вырабатывается в ходе обучения рабочего и лежит в основе всякого рабочего действия, приема или позы.

Двигательная активность, разнообразие в движениях являются нормальным физиологическим отправлением. Здоровый человеческий организм испытывает высокую потребность в движениях. Отсюда удовлетворение этой потребности, достаточный объем и разнообразие движений — важнейшее условие жизнедеятельности организма человека. В век технического прогресса двигательная активность многих людей становится

ограниченной. Поэтому изучение гиподинамии стало актуальной проблемой, которую исследуют физиологи, психологи и клиницисты.

Гиподинамией, или *гипокинезией*, называются ограничения физических усилий и двигательной активности, в результате которых мышечный аппарат оказывается недогруженным. Отрицательное влияние гиподинамии сказывается на деятельности организма в различных направлениях.

С точки зрения экономики труда расчленение трудового процесса и параллельное осуществление его на различных рабочих местах имеет ряд преимуществ. Вместе с тем практика работы предприятий, имеющих конвейерно-поточное производство, и данные научных исследований показывают, что существует предел, после которого дальнейшее дробление трудового процесса становится нецелесообразным. Этот предел определяется отрицательным влиянием монотонности на работоспособность человека.

Монотонной называется работа, отличительными признаками которой являются однообразие рабочих действий, их многократное повторение и небольшая длительность. Нужно иметь в виду, что длительная операция, состоящая из однообразных циклов действия, также может быть монотонной. Все зависит от структуры операции: количества, содержания и характера составляющих ее элементов. Если операция сводится к выполнению ограниченного круга действий (количество различных элементов невелико), то она является монотонной даже при значительной деятельности.

Установлено, что на конвейерном производстве длительность операции не должна быть менее 30 секунд. Большое значение имеет правильное проектирование содержания трудовой операции. Она должна состоять из элементов, выполнение которых предполагает чередование нагрузок на различные органы чувств и части тела работника. Количество различных элементов операции должно быть не менее пяти.

Монотонная работа накладывает на функциональное состояние человека определенный отпечаток. Ее отрицательное влияние проявляется в утрате интереса к выполняемой работе. У исполнителя возникает гнетущее состояние, появляется “производственная скука”. Монотонная работа вызывает переоценку

продолжительности работы: рабочий день кажется значительно длиннее, работник с нетерпением ожидает окончания смены, его клонит ко сну, иногда он даже засыпает. Отмечено, что особенно сильно монотонность переживается работающими в середине рабочего дня (смены).

Чрезмерная монотонность может вызвать нервное истощение. Такая работа в итоге отрицательно сказывается и на экономических показателях работы, резко снижает творческую активность, подрывает интерес к выполнению работы.

Анализ психофизиологической сущности монотонности показывает, что ее отрицательное влияние на функциональное состояние работника имеет определенные причины. Во-первых, при монотонной работе осуществляются примитивные, простые или несложные действия. Они не требуют творческой деятельности мозга, не вызывают интереса и положительных эмоций. Эти действия реализуются малым количеством нервных элементов.

Во-вторых, постоянное повторение простых действий в течение рабочей смены является причиной напряженной деятельности ограниченной группы нервных центров. При такой работе восстановительные процессы не успевают восполнить затраченные энергетические ресурсы в этих нервных центрах. Таким образом, при монотонной работе сравнительно быстро развивается утомление со всеми его признаками.

В-третьих, в условиях монотонной работы восстановительная функциональная система и сон как деятельность вступают во взаимодействие. Они взаимно усиливают задерживающее (тормозящее) влияние относительно основной функциональной системы, составляющей трудовую деятельность.

Для предупреждения отрицательного влияния монотонной работы применяются различные меры. Рациональное проектирование всего технологического процесса и каждой трудовой операции — важнейшее направление предупреждения монотонности. Задача здесь состоит в том, чтобы сделать каждую операцию содержательной, вызывающей интерес у исполнителей к этой работе, способствующей развитию творческого отношения к труду. Эффективной мерой устранения отрицательного влияния монотонности является чередование работы на различных производственных операциях, каждая из которых при

длительном ее выполнении оказывается монотонной. Суть этой меры состоит в том, что рабочие в течение смены, а иногда и рабочей недели, переходят с одной операции на другую.

Чередование выполнения простых, но разных операций делает труд работника интересным и содержательным и, как правило, приводит к повышению производительности труда и улучшению качества продукции.

Получил распространение переменный ритм движения конвейерной ленты. Изменение ритма движения способствует уменьшению однообразия и монотонности работы. Эту меру применяют в комплексе с другими.

Таким образом, отрицательное влияние монотонности вполне устранимо. Поэтому осуществление указанных мер является составной частью научной организации труда.

Совершенствование производства на основе новейших достижений науки и техники постепенно сглаживает психофизиологические различия между трудом физическим и умственным. Для обоих видов труда разработаны общие рекомендации, направленные на высокую эффективность умственной деятельности человека и охрану его здоровья.

Первая рекомендация — постепенное вхождение в работу. Умственную деятельность следует начинать с наиболее простых ее элементов: подготовки рабочего места и планирования предстоящей работы. Очень важно установить оптимальное увеличение объема и усложнения умственной деятельности. Это правило обязательно как для умственной, так и для физической работы.

Следующим условием продуктивности умственного труда является соблюдение строгой последовательности в проведении умственной работы.

Выработка и соблюдение оптимального темпа и ритма работы имеют большое значение для умственной деятельности. Отсутствие ритма в работе быстро приводит к утомлению. Однако при определении темпа работы следует учитывать два важных момента: отрицательно воздействует не только чрезмерно высокий, но и явно заниженный темп; индивидуальные различия в темпераменте людей проявляются и в темпах работы: то, что для одного человека является нормальным, для другого может быть непосильным.

Важное значение имеет установление научно обоснованного режима труда и отдыха. Нужно соблюдать установленный режим, превращать его в динамический стереотип. При этом значительным фактором высокой работоспособности является разумное сочетание умственной деятельности с физической работой, занятиями физической культурой и спортом. Большое значение имеет содержание ежегодного отпуска.

Весьма существенным условием продуктивности умственной деятельности является систематичность, регулярность занятий делом, которому посвятил себя работник.

Необходимо отметить такое важное условие эффективности умственной деятельности, как ее общественное признание. Когда работник видит, что его работа полезна обществу и оно высоко ее ценит, это значительно стимулирует деятельность этого работника. Практическое признание и оценка умственной деятельности осуществляются путем применения системы материального и морального поощрения работников.

Указанные общие условия эффективности умственного труда следует рассматривать как составную часть мер, направленных на коренное совершенствование всех элементов и процессов, образующих умственную деятельность.

В настоящее время широко применяются управляющие рабочие профессии, рабочие места по управлению техническими и инженерными устройствами, по обслуживанию автоматических систем управления технологическими процессами. Такой труд называется операторским.

Труд операторов имеет определенную специфику. В этом труде наибольший удельный вес имеют психические процессы — активное восприятие, память, мышление, а двигательные операции незначительны и не требуют особой ловкости и значительных физических усилий.

Дело в том, что оператор непосредственно не видит технологические процессы и объекты, которыми он, находясь за пультом, управляет. А это означает, что все сведения о состоянии технологического процесса поступают на пульт управления закодированными — в виде условных обозначений и сигналов. Совокупность закодированных сведений об объекте управления и о состоянии самой системы управления называется *информационной моделью*.

При автоматизации производственный процесс непрерывен и быстротечен. Сложность и необычность информации в операторском труде требует от оператора поиска и выбора правильного решения среди множества альтернативных.

В связи с разработкой так называемых больших систем управления производственными процессами актуальной становится проблема изучения групповой деятельности людей, обслуживающих эти системы. Возникает также вопрос о психофизиологической совместимости операторов. На основе анализа групповой деятельности решаются задачи оптимального пространственного расположения членов группы и организации их рабочих мест, а также сменности в работе.

Деятельность операторов в автоматизированной системе управления технологическим процессом складывается из информационного поиска и обслуживания процесса.

Информационный поиск состоит из двух этапов. Первый этап заключается в восприятии поступающей информации, относящейся к отдельным объектам управления, а также к тем свойствам окружающей среды и самой системы, которые необходимы для принятия того или иного решения. К этому этапу относятся обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее существенных, их декодирование. У оператора создается предварительное представление о состоянии объектов.

Второй этап состоит в оценке информации, т. е. сопоставлении заданных режимов работы с реально протекающими. На этом этапе анализируется и обобщается информация, выделяются критические объекты и ситуации. Кроме того, на основании заранее определенных критериев важности и срочности устанавливается очередность обслуживания объектов.

Первым этапом *обслуживания процесса* является принятие решения о необходимых действиях. Решение принимается на основе анализа информации и других известных сведений о целях и условиях работы системы, возможных способах действия, последствиях принятых решений и т. д. Вторым этапом обслуживания процесса является приведение принятого решения в исполнение.

Различают несколько типов деятельности операторов. Первый тип характеризуется тем, что деятельность оператора связана с получением главным образом информации. Второй тип

отличается тем, что в деятельности оператора наибольшее значение имеют исполнительские функции, требующие от оператора соответствующего навыка. Особенность третьего типа деятельности оператора состоит в том, что в его работе на первый план выступают функции анализа информации и принятия решений.

Большое значение имеют структура информационной модели, законченность компоновки ее элементов. Правильная структура информационной модели дает возможность оператору воспринимать информацию быстро и правильно.

***Тема 10.* МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Надежность исполнителя в системе “человек — машина”, регулирование интенсивности его труда и профилактика производственного утомления — все это обеспечивается совокупностью организационно-технических средств, в том числе путем внедрения рациональных режимов труда и отдыха.

Научно обоснованные режимы труда и отдыха призваны не только обеспечивать высокую эффективность производства, правильное использование и развитие физических и умственных способностей рабочих, но и способствовать превращению труда в первую жизненную потребность.

Что же следует понимать под рациональным режимом труда и отдыха? **Рациональный режим труда и отдыха** — это распорядок в трудовой деятельности, который регламентирует такое соотношение работы и отдыха, при котором высокая производительность труда сочетается с высокой и устойчивой работоспособностью человека как можно более длительное время.

Необходимость чередования работы и отдыха является одной из физиологических особенностей трудовой деятельности человека. Режимы труда и отдыха строятся на научной основе с учетом физиологических закономерностей приспособления организма человека к условиям трудовой деятельности, а также особенностей конкретного производственного процесса. Эти закономерности проявляются в изменениях работоспособности. Изменения работоспособности в течение рабочей смены, суток, недели и т. д., отображающие взаимосвязь организма человека с условиями и характером трудовой деятельности, являются исходной базой для построения рациональных режимов труда и отдыха в эти промежутки времени.

Режим труда и отдыха в течение смены нужно строить так, чтобы обеспечить рациональное чередование времени работы с микропаузами, регламентированными перерывами на отдых и обед. Распределение, длительность и содержание этих элементов внутрисменного режима осуществляются с учетом динамики работоспособности человека в течение смены. Существенная особенность работоспособности в течение рабочей смены характеризуется развивающимся утомлением. Задача рационализации внутрисменного режима труда и отдыха заключается в том, чтобы найти средство повышения работоспособности в периоды ее снижения. Однако средства при этом должны быть различными. Существуют специальные средства ускорения вработывания — вводная гимнастика, встречающая музыка и музыкальные передачи в начале работы.

Во время периодов развивающегося утомления вводят регламентированные перерывы в работе, способствующие восстановлению физиологических функций организма. Снижение работоспособности, обусловленное развитием утомления в середине рабочего дня, можно предотвратить введением перерыва на обед достаточной длительности, который должен быть предназначен не только для приема пищи, но и для отдыха. Наиболее целесообразно предоставлять обед в середине рабочего дня и не позже чем через 4 часа (при 8-часовом рабочем дне) с отклонениями в пределах 30 минут. Длительность обеденного перерыва определяется его назначением: с одной стороны, он вводится для того, чтобы обеспечить условия для нормального приема пищи, а с другой — предназначен также

для отдыха. Снятие утомления и восстановление физиологических функций до нормального уровня, что происходит во время обеденного перерыва, обеспечивают более эффективную работоспособность человека во второй половине смены. В соответствии с этим оптимальная продолжительность обеденного перерыва должна быть 40–60 минут. Устанавливается она в зависимости от степени тяжести труда и организационных возможностей предприятия по обеспечению условий для приема пищи и отдыха рабочих.

Нужно иметь в виду, что обеденный перерыв нередко используют для принятия 40–50% суточного пищевого рациона, т. е. основной массы пищи. В этом случае продолжительность обеденного перерыва должна быть не менее часа. Дело в том, что во время пищеварения внешняя деятельность должна быть заторможена. Поэтому трудовая активность человека отрицательно влияет на пищеварительный процесс. Научно обосновано, что 20–30-минутные перерывы на обед допустимы только для легкого завтрака или закуски.

Согласно научным данным, для нормального приема пищи во время обеда требуется как минимум 18 минут. Кроме того, необходимы еще 10–15 минут на санитарно-гигиенические процедуры, преодоление расстояния от рабочего места до столовой и обратно, а также на получение обеда. Поэтому длительность обеденного перерыва должна устанавливаться с учетом удаленности от рабочих мест санитарно-бытовых помещений, столовых, количества в них посадочных мест, пропускной способности раздаточных и степени тяжести выполняемой работы, обуславливающих необходимый отдых для снятия усталости.

Следует отметить, что несоблюдение нормальной длительности обеденных перерывов может привести к уменьшению их действенности. Как показывают исследования, кратковременные перерывы на обед (20 минут) приводят к внутрисменным потерям 3–5% рабочего времени. Основная причина потерь рабочего времени — опоздание с обеда или более ранний уход на обеденный перерыв.

В ночные смены продолжительность обеденного перерыва может быть 30–40 минут. При этом необходимо обеспечивать не только работу буфетов с холодными закусками, но и создавать условия для приема горячей пищи.

Регламентированные перерывы на отдых являются другой формой предупреждения производственного утомления. Перерывы на отдых бывают в виде микро- и макропауз.

Микропаузы — очень короткие перерывы на отдых длительностью в несколько секунд. Они представляют собой своеобразные “поры” между трудовыми операциями и внутри них. Возникновение таких микропауз объясняется тем, что прекращение одного действия и переход к следующему требуют от организма некоторого времени на координацию процессов в нервной системе. Микропаузы составляют около 9% длительности смены. Отсутствие микропауз при работе приводит к быстрому развитию утомления и снижению уровня работоспособности в 2–2,5 раза.

Макропаузы вводятся в течение смены для снятия утомления и поддержания высокой работоспособности. Введение регламентированных перерывов на отдых следует рассматривать как завершающий этап оптимизации режима труда и отдыха. Этому этапу должны предшествовать определенная работа по всем направлениям научной организации труда и внедрение комплекса мер, направленных на оптимизацию трудового процесса, включая регламентацию физической и нервно-психической нагрузки, оптимизацию трудового режима и рабочей позы, предупреждение монотонности и совершенствование приемов и движений. Одним из условий введения регламентированных перерывов на отдых является ликвидация внутрисменных потерь рабочего времени.

Перерывы на отдых проектируются на основе анализа кривой работоспособности. Они устанавливаются в моменты, предшествующие снижению работоспособности, с тем чтобы предотвратить дальнейшее развитие утомления. Кривая работоспособности обычно позволяет установить необходимое количество регламентированных перерывов. Это количество должно определяться, с одной стороны, количеством периодов снижения работоспособности, а с другой — глубиной ее снижения. Перерывы, как правило, устанавливаются перед каждым моментом снижения работоспособности.

Продолжительность регламентированного перерыва должна быть такой, чтобы восстановилась работоспособность работника. В большинстве случаев достаточно 5–10 минут. Перерыв на

отдых такой длительности не нарушает рабочую обстановку, не сбивает рабочий ритм. Исходя из этого при разработке режима рационального труда и отдыха следует стремиться к замене длительных перерывов более короткими, но частыми.

Там, где предъявляются высокие требования к вниманию и точной координации движений, предпочтительны короткие (5 минут), но частые регламентированные перерывы. Если работа связана с большими мышечными усилиями, то регламентированные перерывы должны быть более длительными (10 минут) и соответственно менее частыми.

Во второй половине рабочего дня (в связи с более выраженным утомлением) время на отдых и количество регламентированных перерывов следует увеличивать по сравнению с первой половиной рабочего дня.

Следует обратить внимание на необходимость специальных комнат для отдыха. В отдельных случаях это является сдерживающим фактором введения регламентированных перерывов. Нужно иметь в виду, что в производственных условиях работоспособность восстанавливается медленнее, чем в специальных помещениях с комфортными условиями. Поэтому при неблагоприятных условиях труда (повышенной температуре и влажности, запыленности и загазованности воздуха, различных излучениях, вибрации и шуме) работники должны отдыхать в специальных комнатах отдыха, оборудованных в соответствии с физиолого-гигиеническими требованиями.

Содержание регламентированных перерывов — важнейший вопрос оптимизации режима труда и отдыха. Теория и практика доказывают, что производственная гимнастика в виде физкультурных пауз является действенным средством поддержания высокой работоспособности и укрепления здоровья трудящихся. Гимнастические упражнения особенно эффективны тогда, когда трудовая деятельность связана с ограничением двигательной активности (гиподинамией). В этих случаях физические упражнения во время регламентированных перерывов восполняют потребность человеческого организма в движениях и выступают как биологический стимулятор. Производственная гимнастика эффективна как при умственном, так и при физическом труде.

Есть данные, что на многих предприятиях и в организациях после введения в режим рабочего дня физкультурных пауз производительность труда повысилась на 3–14%.

Эффективность режима труда и отдыха во многом зависит от того, насколько полно учитывается жизненный цикл человека — суточные функциональные изменения, происходящие в организме. Функции человека в течение суток меняются вполне закономерно. Большинство из них (температура тела, функции нервной системы, мышечная активность, лабильность зрительного анализатора, работа сердца и др.) в дневное время суток находится на более высоком уровне, чем в ночные часы.

В этой связи в различные отрезки времени организм человека не одинаково реагирует на физическую и нервно-психическую нагрузку; его работоспособность и производительность труда в течение суток подвержены колебаниям. В соответствии с суточным циклом наивысший уровень работоспособности отмечается с 9 до 20 часов. В вечерние и ночные часы работоспособность снижается, достигая минимума к 4 часам ночи.

Когда трудовая деятельность совпадает с периодами наивысшей работоспособности, человек выполняет максимум работы при минимальном утомлении. С учетом суточных изменений работоспособности человека следует устанавливать сменность работы предприятия: начало и окончание работы в сменах, перерывы на обед, отдых и сон. При прочих равных условиях утренняя и дневная смены являются более предпочтительными, так как начинаются после полноценного ночного отдыха и совпадают со временем суток, когда физиологические функции и работоспособность человека находятся на высоком уровне. Поэтому работа на предприятиях с прерывными и непрерывными технологическими процессами должна строиться преимущественно в одну или две смены.

Работа ночью нарушает биологический ритм и противоречит физиологическим закономерностям. При работе в ночные смены утомление наступает быстрее, так как исторически сложившийся ритм снижает в ночные часы возбудимость и лабильность нервных процессов и принуждает человека спать. Рефлексы, составляющие основу трудового навыка, особенно двигательные, теряют устойчивость; снижается точность и удлиняется

время трудовых операций, а часовая выработка и качественные показатели при прочих равных условиях, как правило, понижаются.

Неблагоприятные последствия работы в ночное время в большей степени сказываются на организме женщин, подростков, людей пожилого возраста (старше 50 лет). Эти категории людей целесообразно освободить от работы в ночное время.

При работе в ночные часы физиологические функции восстанавливаются медленнее. Поэтому после работы требуется более длительный отдых. С физиологической точки зрения вполне оправдано сокращение ночной работы по сравнению с дневной на один час и увеличение времени отдыха. Многие предприятия создают благоприятные условия для сна и отдыха после ночных смен в специальных профилакториях.

При частой еженедельной перестройке рабочего динамического стереотипа создается дополнительное напряжение для организма человека. В этой связи перевод рабочих из одной смены в другую смену следует проводить не ранее чем через месяц.

Работоспособность человека не является стабильной величиной в течение недели, она подвергается определенным изменениям. Напомним, что в первые дни недели работоспособность постепенно увеличивается. Достигнув наивысшего уровня в третий день, она начинает постепенно снижаться. Минимальная работоспособность приходится на конец недели.

Особенности недельной работоспособности служат физиологическим обоснованием перехода на пятидневную рабочую неделю. Высокая работоспособность во вторник, среду и четверг позволяет рекомендовать эти дни недели для максимального использования в интересах производства. Эти дни могут обеспечить высокую производительность труда при наименьшем утомлении.

Высокая работоспособность человека и продолжительность его трудовой деятельности во многом зависят от длительного отдыха в виде ежегодного отпуска. Физиологическая необходимость предоставления такого отдыха обуславливается недостаточностью ежедневного и недельного отдыха для снятия накапливающегося утомления.

Ежегодный отпуск устанавливается в законодательном порядке, а его продолжительность зависит от тяжести, сложности и характера труда. Минимальная длительность отпуска определена в 15 рабочих дней. Экономическая и физиологическая эффективность очередных отпусков зависит не только от их длительности, но и от того, насколько правильно и рационально используется отпускное время.

Характер отдыха должен обеспечивать переключение нагрузки с утомленных нервных центров на органы, бездействующие во время труда. Поэтому конкретная форма отдыха во время отпуска должна устанавливаться в зависимости от характера трудовой деятельности. Для людей физического труда предпочтителен спокойный отдых с небольшой умственной нагрузкой, а для людей умственного труда он должен быть более активным, включающим физическую нагрузку.

Оптимальная длительность отпуска и правильная его организация имеют важное значение для полного восстановления работоспособности любого работника. В особенности это относится к категории работников, труд которых протекает в неблагоприятных условиях по напряженности, тяжести, вредности. Во время отдыха необходимы благоприятные условия, обеспечивающие шумную обстановку, достаточную двигательную активность.

Неправильно организованный отдых малоэффективен даже при увеличении длительности отпуска.

Для коррекции применяющихся режимов труда и отдыха необходимо четко определить динамику развивающегося производственного утомления, а также (если это возможно) степень развития его в отдельные моменты рабочего времени.

Существует множество методов, позволяющих исследовать сдвиги работоспособности и утомления по состоянию физиологических функций.

К наиболее часто применяемым методам физиологических исследований непосредственно в условиях производства относятся:

1. *Динамометрия*. Исследование максимальной силы с помощью пружинных или ртутных динамометров.

2. *Выносливость к статическим усилиям*. Используется методика В. Розенблата.

3. Одним из важнейших показателей дееспособности сердечно-сосудистой системы является *частота ударов пульса*, регистрируемых в условиях производства либо пальпаторно, либо с помощью приборов (электрокардиографов, пульсотометров, сумматоров пульса, сфигмографов и др.).

4. *Артериальное давление*. Характеризуя преимущественно состояние сердечно-сосудистой системы и работу сердца, артериальное давление находится в тесной взаимосвязи с централь-но-нервным аппаратом, что позволяет по его динамике судить о состоянии организма в целом. Регистрируют артериальное давление с помощью таких приборов, как артериальные осциллографы, механокардиографы и др.

Более точную картину деятельности сердечно-сосудистой системы можно получить, применяя одновременно с указанными методами и ряд других: оксигеометрию, сфигмографию, плетизмографию и реографию.

Оксигеометрия в последнее время довольно широко применяется в исследованиях по физиологии мышечной деятельности. Этот метод дает возможность определить степень насыщения артериальной крови кислородом, что, в свою очередь, позволяет выявить напряженность O_2 во внутренней среде организма, т. е. получить определенную картину функций внешнего дыхания с помощью оксигеометров 0-57, 0-36, "Атлас", "Циклон", "Элема" и др.

Одним из основных показателей обмена веществ и протекания терморегуляционных процессов является *температура тела*, регистрируемая с помощью самописцев типа термографа Вальдмана, электротермометров ТЭМП-60 и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ПИТЕРАТУРЫ

1. *Анохин П. К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — М., 1968. — 547 с.
2. *Асташин В. А.* Адаптация человека к воздействию антагонистических факторов среды // Физиология человека. — 1986. — Т. 12. — С. 330.
3. *Бехтерева Н. П.* Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. — 2-е изд. — Л., 1974. — 131 с.
4. *Вендеров Е. Е.* Психологические проблемы управления. — М., 1969. — 160 с.
5. *Данилова Н. Н.* Функциональные состояния: Механизмы и диагностика. — М., 1985. — 269 с.
6. *Лейник М. В.* Физиология трудовых процессов. — К., 1952. — 184 с.
7. *Ломов Б. Ф.* Человек в системе управления. — М., 1967. — 232 с.
8. *Лурия А. Р.* Мозг человека и психические процессы: В 2 т. — М., 1970. — Т. 2. — 496 с.
9. *Нейрофизиологические механизмы мышления* / Н. П. Бехтерева, Ю. А. Гоголицын, Ю. Д. Кропотов, С. В. Медведев. — Л., 1985. — 272 с.
10. *Руководство по физиологии труда* / Под ред. М. И. Виноградова. — М., 1969. — 408 с.
11. *Трифонов Е. В.* Оптимальное управление в физиологических системах // Физиология человека. — 1980. — Т. 6. — С. 153–160.
12. *Физиологические и психологические основы труда* / Под ред. Н. П. Калининой, В. Г. Макушина, Е. Ф. Полежаева, С. Э. Славинной. — М., 1974. — 232 с.
13. *Физиология человека: В 4 т.* / Дж. Дудул, И. Рюэрт, Р. Шмидт, В. Яниг. — М., 1985. — Т. 1. — 272 с.
14. *Хаятин В. И., Савина Р. С., Лукошкова Е. В.* Центральная организация моторного контроля. — М., 1977. — 352 с.
15. *Чернецкий Ю. М.* Оценка и оптимизация функционального состояния организма человека в процессе труда: Учеб. пособие. — Челябинск, 1975. — 91 с.
16. *Шеррер Ж.* Физиология труда. — М., 1973. — 496 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
<i>Тема 1.</i> Физиология нервно-мышечной системы	5
<i>Тема 2.</i> Рабочие позы и движения	12
<i>Тема 3.</i> Энергетические траты человека при различных видах трудовой деятельности	17
<i>Тема 4.</i> Особенности адаптации систем организма к мышечной деятельности	27
<i>Тема 5.</i> Длительность работы и пищевой режим	39
<i>Тема 6.</i> Действие негативных производственных факторов на человека	46
<i>Тема 7.</i> Действие внешней среды на работоспособность человека	49
<i>Тема 8.</i> Эргономическая физиология зрительной сенсорной системы	52
<i>Тема 9.</i> Профессиональный отбор и производственное обучение	57
<i>Тема 10.</i> Методы оценки и оптимизации работоспособности человека	76
Список использованной и рекомендуемой литературы	85

The proposed summary of lectures represents in a brief form theoretical material on psychophysiology of labour. It examines the questions of physiology of nerve-muscular system, efficiency of a working pose and professional actions, energetic provision of labour activity, peculiarities of processes of adaptation to diverse intensity physical work, influence of negative factors on work capacity of a person, influence of working environment on work capacity of people, ergonomic criteria, necessary for management of high work capacity, peculiarities of training and professional selection, adaptation to speciality, and other peculiarities of psychophysiology of labour.

Навчальне видання

Ткачук Володимир Григорович

Хапко В'ячеслав Юхимович

ПСИХОФІЗІОЛОГІЯ ПРАЦІ

Конспект лекцій

(Рос. мовою)

Educational edition

Ткачук, Volodymyr H.

Хапко, Vyacheslav Y.

PSYCHOPHYSIOLOGY OF LABOUR

Summary of lectures

(Rus.)

Редактор *М. В. Дроздецька*

Коректори: *І. В. Точаненко, В. І. Чумак*

Комп'ютерна верстка *Г. В. Попович, А. Б. Нефедов*

Формлення обкладинки *Я. С. Уласік, О. В. Овчинніков*

Підп. до друку 07.07.99. Формат 60×84/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Ум. друк. арк. 5,1. Обл.-вид. арк. 4,9.

Тираж 2000 пр. Зам. № 1477

Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП)

252039 Київ-39, вул. Фрометівська, 2, МАУП

Проектно-видавниче колективне підприємство "Укртиппроєкт"

252057 Київ-57, вул. Єжена Потьє, 12