

УДК 612.821:331.442.4

К АНАЛИЗУ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРИ МОНОТОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ

Кальниш В.В.¹, Красотин Е. В.², Пышнов Г. Ю.¹¹ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев²Украинская военно-медицинская академия, г. Киев

Вступление. Исследования, направленные на изучение механизмов обеспечения высокой надежности операторов, в частности, в профессиях с монотонными видами деятельности, являются актуальными для медицины труда на современном этапе развития производства.

Цель исследования. На основе исследований закономерностей динамического изменения функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) в условиях моделирования монотонной операторской деятельности выявить особенности развития состояния монотонии на первоначальном этапе ее развития.

Материалы и методы исследования. Для выполнения данной работы было привлечено группу добровольцев (22,0 ± 1,1 лет, 43 человека). С помощью специального компьютерного теста испытуемым давали информационную монотонную нагрузку длительностью 60 мин путем применения так называемого эффекта интерференции Струпа для определения психофизиологических характеристик по показателям функциональной подвижности нервных процессов (ФПНП) при действии зрительных сигналов. Лабильность нервных процессов определяли по показателям критической частоты световых мельканий красного (КЧСМ_(кк)) и зеленого (КЧСМ_(зс)) цветов.

Результаты. После проведения однофакторного дисперсионного анализа было обнаружено существенное влияние фактора времени на реакцию испытуемого, а сам процесс развития состояния монотонии не является линейным. Было выделено две группы испытуемых по отношению к предъявляемым задачам – склонных и не склонных к монотонии. При этом уровень активации нервной системы у последних постоянно увеличивался, несмотря на действие факторов монотонной работы, сопровождающихся гиподинамией. Предполагается наличие различных механизмов регулирования скоростью происходящих процессов у представителей различных изучаемых групп. Высказывается предположение о потенциально значительно более высоких резервных возможностях организма у не склонных к монотонии лиц, обладающих после часовой нагрузки и более высоким уровнем в проявлении лабильности нервных процессов и функциональной подвижности нервных процессов.

Выводы. 1. Часовая динамика психофизиологического ответа на монотонную нагрузку отличается фазным характером, при этом первоначальные реакции испытуемых, склонных к монотонии, были близкими к 1,2 с, а такие же реакции у группы лиц, не склонных к монотонии, приближаются к значению 1,7 с. Это, возможно, объясняется разным уровнем активации и других фундаментальных скоростных характеристик нервных процессов у испытуемых, принадлежащих к разным группам по параметру склонности к монотонии. 2. С помощью разработанного теста выявлены лица, склонные и не склонные к монотонной деятельности. 3. Лица, устойчивые к монотонии, отличаются уровнем развития своих индивидуально-типологических качеств и характеризуются большей силой, подвижностью и лабильностью нервных процессов по сравнению с лицами, склонными к развитию монотонии.

Ключевые слова: операторская деятельность, монотония, функциональное состояние

Вступление

В настоящее время многие виды работ, связанные с операторской деятельностью, приобретают более монотонный характер. Состояние монотонии является по своим характеристикам противоположным состоянию напряжения. Оно часто встречается на производстве [18], а также в учебной деятельности [17, 18]. Монотонность влияет на эффективность деятельности, настроение человека, на его развитие как личности.

Монотонность трудовой деятельности нередко приводит к развитию у человека специфических функциональных состояний (психическое пресыщение, монотония), которые могут явиться причиной аварий [7].

В литературе имеются многочисленные данные, свидетельствующие о том, что влияние фактора однообразия на работоспособность человека носит отчетливо индивидуальный характер. Так, исследованиями В. И. Рождественской [16] показано, что

успешность простой, однообразной умственной деятельности зависит от силы нервной системы по возбуждению и исходного уровня активации. Имеются указания о связи устойчивости к однообразию со свойствами темперамента [2]. Обнаружены зависимости направления сдвигов функционального состояния испытуемых при монотонной деятельности от исходного баланса основных нервных процессов [3]. Все эти данные свидетельствуют о том, что продуктивность монотонной деятельности зависит от совокупности нейродинамических и психодинамических свойств личности.

По видимому, индивидуальные свойства человека — оператора определяют общую устойчивость индивида к влиянию фактора монотонности труда (понимаемую как способность индивида к продолжительному поддержанию уровня активации, адекватно выполняемой деятельности). В то же время вопрос о том, какие индивидуальные свойства личности обеспечивают устойчивость к однообразию, остается открытым [2, 3].

В связи с этим настоящая работа посвящена (на примере моделирования монотонной операторской нагрузки) выявлению особенностей становления состояния монотонии при операторской деятельности на первоначальном этапе ее развития.

Материалы и методы исследования

В исследованиях принимали участие испытуемые — добровольцы, мужчины и женщины, возраст $22,0 \pm 1,1$ лет (43 человека). С помощью специального компьютерного теста испытуемым давали информационную монотонную нагрузку длительностью 60 мин. Каждый логический тест, являющийся элементом предъявляемого потока заданий, имел длительность 3,5 с, что согласно «Гигиенической классификации труда ...» № ГН 3.3.5-3.3.8;6.6.1-083-2001р. соответствует классу 3.2 по фактору «напряженность».

Для предъявления информационной нагрузки была использована компьютерная программа, позволяющая моделировать различные информационные логические задачи, имеющие определенную аналогию с операторской деятельностью [6]. Компьютерная программа реализована с помощью современных средств отображения, хранения и получения информации об эффективности и надежности деятельности испытуемых. Имеется «дружественный» интерфейс, позволяющий пользовате-

лю программы оперативно настраивать режимы тестирования, проводить испытания и отображать полученную информацию в наглядной и удобной форме для проведения дальнейшего содержательного и статистического анализа.

Для стандартизации получения результатов тестирования использовали несколько приемов. Во-первых, самостоятельное тестирование с помощью компьютера определенным образом стандартизирует ситуацию получения результатов. Во-вторых, при появлении ошибки в процессе выполнения заданий ее индикация осуществляется с помощью яркого светового и громкого звукового сигнала, что способствует мобилизации сил испытуемого и формированию повышенной ответственности в процессе проводимой работы. В-третьих, стандартизация моторных реакций для решения предъявляемых задач обеспечивается путем использования только двух кнопок «ДА» или «НЕТ», на одну из которых после принятия соответствующего решения необходимо нажать как можно быстрее. Использование только двух альтернатив, конечно, несколько сужает возможное разнообразие реакций на происходящие события, но с другой стороны, дает возможность лучше разобраться в таком сложном явлении, как стратегия принятия решения в условиях неопределенности. Подобные приемы были успешно испытаны с помощью пакета других тестов и показали хорошие результаты [7]. Их подробное описание и организация тестирования приведено в работе [8].

Реализация информационной нагрузки была осуществлена с помощью наиболее сложной задачи данного программного обеспечения, путем применения так называемого эффекта интерференции Струпа. Тест Струпа является надежным инструментом для изучения характеристик внимания и кратковременного запоминания [5, 9]. Считается, что его целесообразно использовать для диагностики нейропсихологических функций, связанных преимущественно с фронтальными долями мозга [1, 20]. При решении применяемой модификации задачи Струпа требуется установить совпадение цветов «графической оболочки» слова и значения самого слова, игнорируя цвет представляющих его букв. Взаимодействие факторов «цвет» и «значение слова» возникает благодаря разрешению задачи эмпирической неопределенности в условиях осуществления двух возможных способов опознания цвета, обращенных к первой и второй сигнальным системам организма человека.

Указанное взаимодействие происходит на фоне интерференции с эффектом взаимодавления нескольких одновременно происходящих психологических процессов — восприятия цвета окна, семантики слова и игнорирования цвета слова, которые также осуществляются в условиях неопределенности последовательности реализации этих явлений. Задача игнорирования цвета слова усложняет интерференционную картину, поскольку возникает дополнительная операция подавления [1].

Психофизиологические характеристики регистрировали с помощью специального аппаратно-программного комплекса, который был разработан в Харьковском национальном университете радиотехники [10, 11]. Методики оценки психофизиологических функций были реализованы с использованием защитных непрозрачных очков с вмонтированными разноцветными светодиодами, обеспечивающими стандартизацию предъявления раздражителей и надлежащую контрастность фона и стимула.

Состояние высших отделов центральной нервной системы (ЦНС) определяли по показателям функциональной подвижности нервных процессов (ФПНП) при действии зрительных сигналов [12, 13]. Диагностирование ФПНП осуществлено по модифицированной методике Н. В. Макаренко [13], реализованной с обратной связью. Показателем ФПНП являлась предельно короткая экспозиция сигнала при предъявлении 120 условных зрительных раздражителей: красного, зеленого (возбуждающие раздражители) и синего (тормозной раздражитель) цветов, который правильно воспринимался респондентом.

Лабильность нервных процессов определяли по показателям критической частоты световых мельканий красного ($KЧСМ_{(кк)}$) и зеленого ($KЧСМ_{(зс)}$) цветов. Уровнем проявления данного свойства является максимальная частота, при которой респондент фиксирует момент исчезновения или появления световых мельканий [13]. Считается, чем большую частоту раздражения способны воссоздать те или иные нервные структуры при осуществлении своего реагирования, тем выше лабильность нервных процессов, которую выражают в герцах (Гц) [4]. Для определения функционального состояния по параметрам $KЧСМ$ был рассчитан показатель цветовой асимметрии (КІ), отражающий функциональное состояние человека [19] по формуле: $KІ = (KЧСМ_{(кк)} - KЧСМ_{(зс)}) / (KЧСМ_{(кк)} + KЧСМ_{(зс)})$.

Анализ результатов проводили с помощью методов вариационной статистики и нелинейного регрессионного анализа с использованием пакета программ STATISTICA 6.1.478.0 [19]. Для расчета теоретической кривой, достаточно хорошо описывающей изменения реакций испытуемых в процессе эксперимента, использовали полином пятой степени. Первую и вторую производные этого полинома использовали для анализа скорости и ускорения рассматриваемого процесса.

Результаты исследования и их обсуждение

Прежде всего, необходимо отметить, что кривая, отражающая динамику реакций испытуемых при решении потока информационных задач, не имеет выраженных закономерностей изменения этих реакций в процессе проведения часового эксперимента. Это свидетельствует о неоднородности обследованной группы испытуемых по их способности переносить монотонную информационную нагрузку. Поэтому была выдвинута гипотеза, согласно которой обследованная группа испытуемых состоит из лиц, склонных и не склонных к развитию состояния монотонии в исследованный часовой промежуток времени. Естественно, степень склонности или не склонности к монотонии у разных людей может значительно различаться. Но на первом этапе анализа важно было с достаточной степенью огрубления сведений о склонности к монотонии выделить людей, относящихся к каждой из этих групп. Поэтому были проанализированы реакции всех испытуемых за первые и последние пять минут течения эксперимента. Те лица, у которых реакции ухудшались (...% от всей группы), были отнесены к группе лиц, склонных к развитию монотонии (группа I), а остальные (у которых реакции не ухудшались) были отнесены к группе лиц, не склонных к развитию монотонии (группа II). В дальнейшем были построены усредненные кривые динамики реакций в процессе эксперимента для групп испытуемых, склонных и не склонных к развитию монотонии.

Кривая, отражающая изменение реакций испытуемых, склонных к развитию монотонии при решении информационных заданий представлена на рисунке 1 А. Анализ кривой, отражающей динамику изменения реакции испытуемых в процессе часового эксперимента, показывает наличие плавного увеличения периода решения заданий со временем.

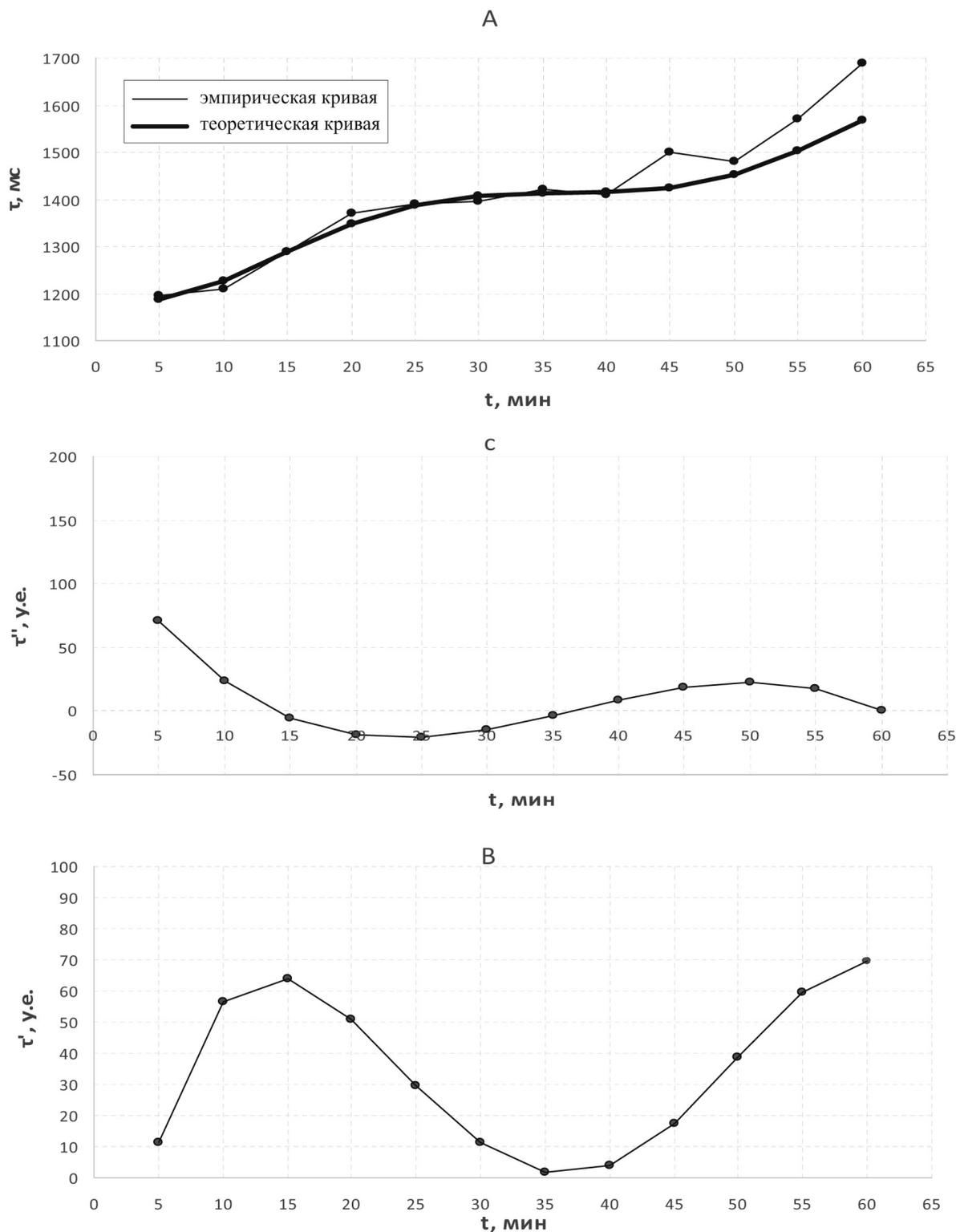


Рис. 1. Динамика реакций у лиц, склонных к развитию монотонии, в процессе часового исследования. Здесь и на рис. 2: А – реакции испытуемых лиц на поток информационных заданий (τ); В – скорость изучаемого процесса (τ'); С – ускорение скорости изучаемого процесса (τ''); t – время.

После проведения однофакторного дисперсионного анализа было обнаружено существенное влияние фактора времени на реакцию испытуемого. Действием этого фактора объясняется 11 % ($p < 0,01$) общей дисперсии анализируемых данных.

При рассмотрении структуры анализируемой кривой можно отметить наличие нескольких стадий в изменении динамики реакций. В начале эксперимента происходит довольно интенсивное замедление периода реагирования, которое длится примерно 15–20 мин. Затем, приблизительно до 40 мин, интенсивность увеличения реакции спадает и, после завершения этого периода, латентный период решения заданий опять замедляется. Все это свидетельствует о том, что процесс развития состояния монотонии у испытуемых не является линейным. По крайней мере, за часовой период эксперимента можно выделить три стадии ее формирования, которые различаются уровнем и интенсивностью изменения длительности реакции при решении потока логических заданий.

Для более подробного анализа динамики развития монотонии эмпирическая кривая была описана с помощью полинома 5 степени (рис. 1 А). Как видно из этого рисунка теоретическая кривая достаточно точно аппроксимирует изменение эмпирических данных ($p < 0,01$). Первая производная теоретической кривой отражает скорость трансформации изменения длительности реакции при развитии у испытуемых состояния монотонии. Эта кривая представлена на рисунке 1 В. Анализ указанной кривой показывает, что скорость латентного периода реакции волнообразно изменяется в процессе эксперимента. На первой стадии наблюдается достаточно отчетливое увеличение скорости изменения реакции, достигающее до максимума через 15 мин работы испытуемого. Такая информация не может быть получена при поверхностном анализе исходной кривой изменения уровня реакции. Выделенная ранее вторая стадия трансформации реакции тоже имеет довольно сложную структуру и характеризуется постепенным уменьшением скорости реакции до близкой к нулю, о чем свидетельствует отсутствие изменений уровня реакции в период примерно от 30 до 40 мин эксперимента. Далее наблюдается рост скорости изменения реакции при решении информационных задач до конца часового эксперимента.

Дополнительную информацию можно получить, изучая форму изменения второй производной теоретической кривой трансформации реакций испытуемого (рис. 1 С), отражающей ускорение исследуемого процесса. Особенно интенсивные изменения ускорения отмечаются в первой фазе эксперимента, длящейся 15 мин. В этой стадии наблюдается постепенное снижение до нуля ускорения анализируемого процесса. Затем имеют место незначительные колебания ускорения. Причем приближение ускорения к нулю происходит на 35 мин, когда скорость анализируемого процесса тоже приближается к нулю.

Таким образом, анализ развития монотонии у испытуемых в течение 1 ч эксперимента показывает, что этот процесс имеет три четко отличающихся стадии: первая из них, длящаяся 15 мин, характеризуется уменьшением времени реакции при решении потока информационных заданий, увеличением скорости изменения этого времени и уменьшением ускорения рассматриваемого процесса; вторая, протекающая в период от 15 до 40 мин, связана с постепенным ослаблением трансформаций реакций испытуемого до постоянного уровня, снижением скорости рассматриваемого процесса и небольшим колебанием его ускорения, близким к нулю; третья, длящаяся от 40 до 60 мин (конца часового эксперимента), характеризуется уменьшением длительности реакций испытуемого, постепенным нарастанием скорости этого процесса и наличием небольшого ускорения описываемого процесса.

Совершенно другие закономерности можно наблюдать при анализе кривых, отражающих реакцию испытуемых, не склонных к развитию монотонии (рис. 2).

Прежде всего, необходимо констатировать, что длительность реакций в этой группе испытуемых в процессе эксперимента постоянно снижалась. Это свидетельствует о том, что уровень активации нервной системы у этих людей постоянно увеличивался, несмотря на действие факторов монотонной работы, сопровождающихся гиподинамией. Однако характер изменения реакций не был однороден в течение часового эксперимента (рис. 2 А). Здесь, как и в случае анализа динамики кривой у лиц, склонных к развитию монотонии, можно выделить несколько стадий изменения реакций. В первом периоде проведенных испытаний, длящемся приблизительно 15 мин, наблюдается ускорение реакций испытуемых.

Необходимо также отметить еще одну немаловажную особенность анализируемых реакций.

Необходимо также отметить еще одну немаловажную особенность анализируемых реакций.

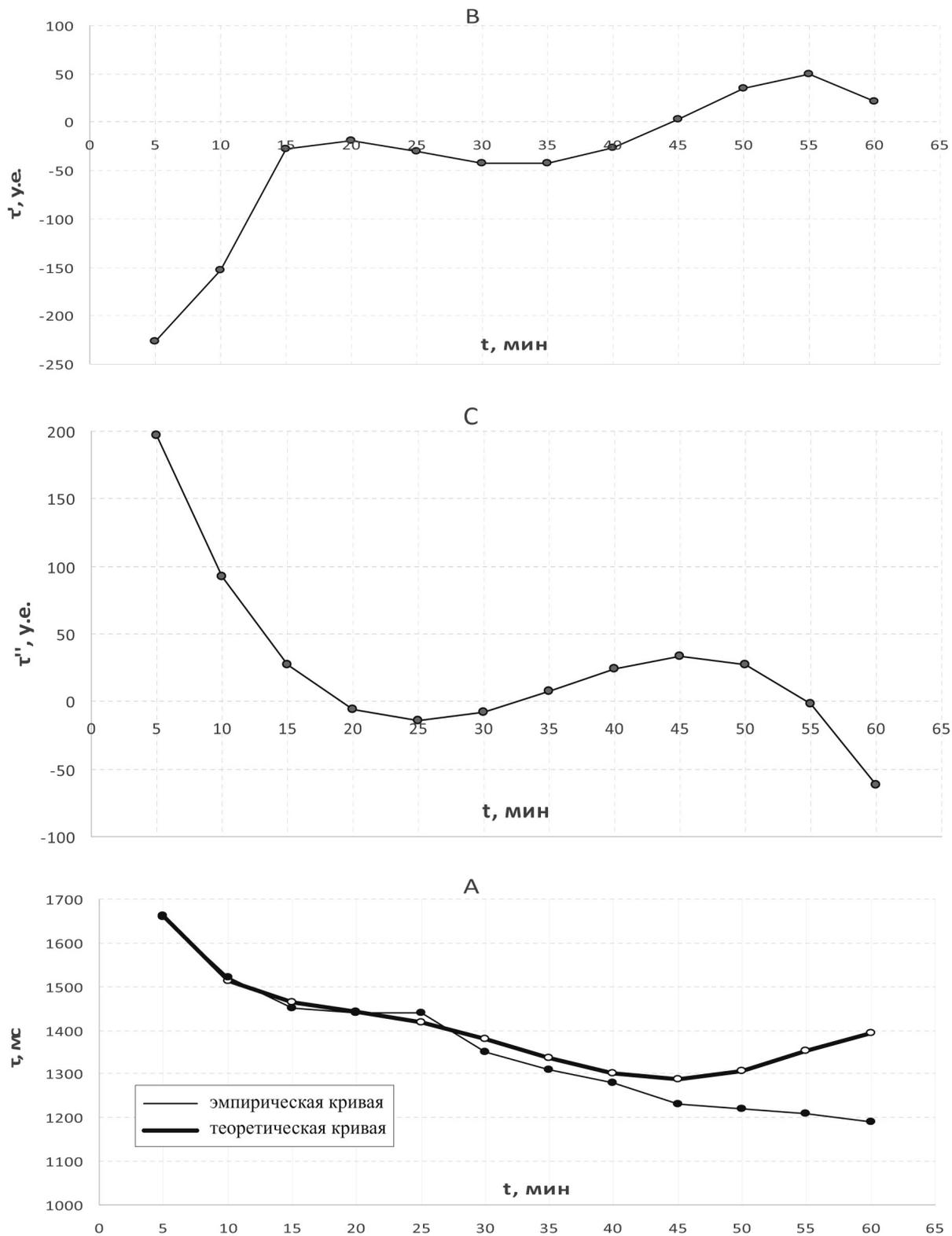


Рис. 2. Динамика реакций у лиц, не склонных к развитию монотонии, в процессе часового исследования

Первоначальные реакции испытуемых (за первые 5 мин эксперимента), склонных к монотонии, были близкими к 1,2 с, а такие же реакции у группы лиц, не склонных к монотонии, — к 1,7 с. Это, по-видимому, свидетельствует о совершенно разном уровне активации и, быть может, других фундаментальных скоростных характеристик нервных процессов у испытуемых, принадлежащих к разным группам по параметру склонности к монотонии. Проведение однофакторного дисперсионного анализа показало существенное влияние фактора времени на снижение латентного периода реакции испытуемых. Действием этого фактора объясняется 11 % ($p < 0,01$) общей дисперсии рассматриваемых данных.

Анализируя форму представленной кривой (рис. 2 А) можно констатировать неоднородность изменения реакций: на кривой имеются участки интенсивного и замедленного увеличения латентного периода реакций с течением времени эксперимента. В первые 15 мин испытаний уровень реакций изменяется достаточно быстро. Затем, до 25 мин, этот процесс значительно замедляется. В следующий период времени и до конца эксперимента опять наблюдается интенсификация уменьшения латентных периодов реакций. Более детально этот процесс можно проанализировать, применяя ранее использованные приемы анализа скорости и ускорения рассматриваемого процесса.

Здесь необходимо обозначить, что полином пятой степени, с помощью которого были получены теоретические значения графиков скорости и ускорения исследуемого процесса, несколько неточно описывает динамику заключительной стадии проведенного эксперимента (рис. 2 А). В связи с этим изменения параметров скорости и ускорения темпа решения информационных заданий не будет обсуждаться в период после 45 мин исследования.

На рисунке 2 В представлена динамика трансформации скорости решения потока тестовых заданий. Здесь при сравнении с аналогичной кривой скорости изменения латентных периодов у группы лиц, склонных к монотонии (рис. 1 В), заметна значительная разница в диапазоне изменения этих параметров. Если в рассматриваемом сейчас случае она составляет 225 у. е. (от 225 до 0), то при развитии монотонии этот диапазон имеет значительно более узкие рамки — 70 у. е. (от 75 до 0). Это может свидетельствовать о протекании более

«бурных», интенсивных процессов у лиц, не склонных к развитию монотонии по сравнению с теми, у которых состоянии монотонии развивается. Отрицательный знак скорости рассматриваемого процесса указывает на наличие снижения величин реакций испытуемых.

Разбор трансформаций скорости уменьшения реакций испытуемых в течение эксперимента показал, что основные изменения этого параметра происходят в первые 15 мин исследования. После этого до 45 мин параметр скорости — незначительно меньше нуля, несколько повышаясь после 20 мин эксперимента. Однако это повышение скорости не является существенным. Если сравнивать «поведение» кривых скорости у лиц, склонных и не склонных к монотонии, то, прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что в первом случае на начальном этапе эксперимента (в первые 15 мин) скорость снижения реакции испытуемых максимально повышается, а во втором — снижается. Это может свидетельствовать о наличии различных механизмов регулирования скоростью происходящих процессов у представителей различных изучаемых групп. Еще одной особенностью трансформации функций скорости в этих группах, которая подтверждает сформулированную мысль, является наличие существенной фазности этой функции у лиц, склонных к монотонии и ее отсутствие у лиц, не склонных к развитию этого состояния.

Дополнительную информацию несет динамика ускорения изучаемого процесса (рис. 2 С). В этом случае отчетливо заметно резкое снижение ускорения до нуля к 20 мин эксперимента. Разброс параметров ускорения для лиц, не склонных к развитию монотонии (от 200 до 20 у. е.) почти в 3 раза больший, чем у лиц, склонных к развитию монотонии (от 75 до 20 у. е.). Это также свидетельствует о более интенсивных процессах в структурах организма, регулирующих эти процессы у группы индивидуумов, не склонных к развитию монотонии. После 20 мин эксперимента наблюдается замедление изменения скорости изучаемого процесса, а после 30 — его небольшая интенсификация. Все эти изменения ускорения свидетельствуют о том, что у лиц, склонных к развитию монотонии, скорость этого процесса изменяется более плавно, а у лиц, не склонных к монотонии, отмечаются более резкие колебания скорости даже в период ее более стабильного поведения (от 20 до 45 мин).

Таким образом, процесс изменения латентных периодов реакций при решении потока информационных заданий у групп лиц, склонных и не склонных к развитию монотонии, коренным образом отличается. Характерной особенностью этого процесса у лиц, не склонных к развитию монотонии, является не только уменьшение латентного периода реакций в течение часового исследования, но и резкое уменьшение скорости протекания этой трансформации реакций в первые 15–20 мин работы, достаточно крутым уменьшением до нуля ее ускорения (первая стадия изменения реакций). Затем следует вторая стадия (с 20 до 45 мин эксперимента), отличающаяся очень плавным уменьшением латентного периода реакций, низкой скоростью и небольшим ускорением этого процесса.

Уточнению особенностей происходящих процессов может помочь рассмотрение важных индивидуально-типологических характеристик и функционального состояния испытуемых до и после осуществления монотонной информационной нагрузки (таблица). Важным является факт, что часовая информационная нагрузка существенно не изменила функциональное состояние испытуемых обеих групп. Об этом свидетельствует стабильность коэффициента цветовой асимметрии КІ до и после нагрузки. Однако у лиц обеих групп прослеживается отчетливая тенденция к улучшению этого параметра, что говорит об отсутствии признаков утомления после часового эксперимента у всех испытуемых.

С другой стороны, следует констатировать, что обследованная группа не является однородной по выраженности своих индивидуально-типологических характеристик. Так, почти все изменения лабильности нервных процессов, описываемые с помощью КЧСМ на красный и зеленый цвет, были

достоверными после нагрузки и между группами отдельно до и после нагрузки. Причем группа лиц, склонных к развитию монотонии, имела более низкие показатели лабильности нервных процессов. Достаточно информативными являются трансформации показателя ФПНП. Здесь сразу же можно констатировать отсутствие достоверных сдвигов этого показателя до работы при сравнении данных группы I и группы II. Хотя можно заметить ярко выраженную тенденцию наличия сниженного ФПНП у лиц группы II. После проведения эксперимента ФПНП у представителей группы I резко повышается, а у представителей группы II также резко снижается. Естественно, что в этом случае появляется достоверная разница ФПНП между реакциями лиц обеих групп.

Если принять во внимание тот факт, что функциональное состояние испытуемых и в какой-то мере их функциональные резервы за время эксперимента в существенной мере не снизились, можно сделать осторожное заключение о потенциально значительно более высоких резервных возможностях организма у представителей группы II, обладающих после часовой нагрузки и более высоким уровнем в проявлении лабильности нервных процессов и функциональной подвижности нервных процессов. Иными словами, на лиц с такими свойствами нервных процессов, как у группы II, монотонная часовая нагрузка скорее оказывает глобальное активирующее воздействие. На испытуемых группы I это воздействие имеет инактивирующий эффект. Поэтому в конце исследования разница между показателями ФПНП оказывается достоверной на высоком уровне. Об этом же свидетельствуют реакции испытуемых в процессе эксперимента, которые в какой-то степени отражают

Таблица

Психофизиологические характеристики испытуемых до и после часовой монотонной информационной нагрузки

Показатель	До нагрузки		После нагрузки	
	I группа	II группа	I группа	II группа
КЧСМ _(кц) Гц	59,1 ± 1,2	61,9 ± 1,0	53,4 ± 1,1 ^{^^}	58,1 ± 1,4* ^{##}
КЧСМ _(зс) Гц	55,7 ± 1,2	59,0 ± 1,1*	52,2 ± 0,9 [^]	56,9 ± 1,3* ^{###}
КІ, у.е.	-0,029 ± 0,004	-0,022 ± 0,005	-0,011 ± 0,007	-0,009 ± 0,013
ФПНП, мс	166,2 ± 6,6	188,1 ± 10,5	231,1 ± 7,4 ^{^^^}	132,5 ± 6,7 ^{***###}

*Примечание. Группа I – склонные к развитию монотонии; группа II – не склонные к развитию монотонии; *сравнение групп I и II до и после нагрузки, p < 0,05; **сравнение групп I и II до и после нагрузки, p < 0,01; ***сравнение групп I и II до и после нагрузки, p < 0,001; ^сравнение до и после нагрузки в группе I, p < 0,05; ^^сравнение до и после нагрузки в группе I, p < 0,01; ^^^сравнение до и после нагрузки в группе I, p < 0,001; #сравнение до и после нагрузки в группе II, p < 0,05; ##сравнение до и после нагрузки в группе II, p < 0,01; ###сравнение до и после нагрузки в группе II, p < 0,001.*

силу нервных процессов испытуемых. Можно думать, что сила нервных процессов представителей группы II выше по сравнению с таковыми у группы I. И это хорошо заметно уже в первые 15 мин эксперимента, когда состояние монотонии еще не развилось, а имеет место только вработка, отражающее адаптацию организма к переработке монотонно поступающей информации.

Таким образом, необходимо констатировать, что представители обеих изучаемых групп коренным образом отличаются уровнем развития своих индивидуально-типологических качеств и характеризуются большей силой, подвижностью и лабильностью нервных процессов у лиц, не склонных к развитию монотонии. Сформулированный вывод не противоречит данным литературы.

В литературе имеется несколько устоявшихся гипотез о механизмах развития монотонии [16]. В одной из них декларируется, что однообразные сигналы вызывают концентрированный процесс возбуждения в одних и тех же нервных центрах, в результате чего в них вырабатывается запредельное торможение, что способствует «созреванию» истощения и как следствие, утомления, развивающегося в этих локальных центрах. В другой постулируется, что при однообразной работе в условиях небольшого числа раздражений уменьшается интенсивность потока импульсов из ретикулярной формации в кору головного мозга, что является причиной снижения ее функционального тонуса. Однако данные, полученные во время наблюдения за начальным периодом вработки в первые 15 мин рассматриваемых здесь результатов эксперимента, свидетельствуют о том, что за этот период и резкое ускорение и резкое замедление реакций испытуемых не может быть связано ни с заметным истощением отдельных нервных центров, ни со значительным уменьшением потока импульсов из ретикулярной формации, поскольку прошло очень

мало времени. По-видимому, эти гипотезы не могут рационально объяснить исследуемое явление. С другой стороны, связь слабости нервной системы с ее более высокой чувствительностью, отмеченная В. Д. Небылицыным [14], тоже не может исчерпывающе объяснить первоначальное интенсивное ухудшение реакций (длящееся первые 15 мин) испытуемых, психофизиологические свойства которых отличаются более низкой функциональной подвижностью и лабильностью нервных процессов и вероятной низкой силой этих процессов. Для объяснения этих явлений необходимо привлечь данные вегетативного обеспечения деятельности и проследить динамику развития утомления за более длительный период, что является предметом наших дальнейших исследований.

Выводы

1. Часовая динамика психофизиологического ответа на монотонную нагрузку отличается фазным характером, при этом первоначальные реакции испытуемых, склонных к монотонии, были близкими к 1,2 с, а такие же реакции у группы лиц, не склонных к монотонии, приближаются к значению 1,7 с. Это, возможно, объясняется разным уровнем активации и других фундаментальных скоростных характеристик нервных процессов у испытуемых, принадлежащих к разным группам по параметру склонности к монотонии.
2. С помощью разработанного теста выявлены лица, склонные и не склонные к монотонной деятельности.
3. Лица, устойчивые к монотонии, отличаются уровнем развития своих индивидуально-типологических качеств и характеризуются большей силой, подвижностью и лабильностью нервных процессов по сравнению с лицами, склонными к развитию монотонии.

3. Асеев В. Г. Проблема монотонности в исследованиях зарубежных авторов / В. Г. Асеев // Вопросы психологии. – 1975. – № 1.

4. Виноградов М. И. Физиология трудовых процессов / М. И. Виноградов. – М.: Медицина, 1966. – 368 с.

5. Дормашев Ю. Б. Взаимодействие внимания и кратковременного запоминания: новая методика исследования (Сообщение I) / Ю. Б. Дормашев, В. Я. Романов, Р. С. Шилко // Психологический журнал. – 2003. – Т. 24, № 3. – С. 72–79.

Литература

1. Агафонов А. Изучение Струп-феномена при усложнении задачи игнорирования / А. Агафонов, А. Федотова // Психологические исследования. Сб. научных трудов. – Самара: Изд-во «Универс-групп», 2005. – С. 28–35.

2. Аминов Н. А. Индивидуальные различия в динамике функциональных состояний при однообразной работе / Н. А. Аминов // Сб. Проблемы дифференциальной психофизиологии. – Т. 9. – М., 1977.

6. Кальниш В. В. Компьютерное моделирование эмоциональных состояний / В. В. Кальниш, В. В. Левченко // Медична інформатика та інженерія. – 2012. – № 3. – С. 34–39.

7. Кальниш В. В. Особливості впливу нервово-емоційного навантаження різної інтенсивності на надійність діяльності військовослужбовців / В. В. Кальниш, А. В. Швець, Ю. П. Романенко // Український медичний часопис. – 2009. – № 1 (69). – С. 88–92.

8. Кальниш В. В. Удосконалення методології визначення психофізіологічних характеристик операторів / В. В. Кальниш, А. В. Швець // Український журнал з проблем медицини праці. – 2008. – № 4 (16). – С. 49–54.

9. Кох К. Эффект Струпа, его психометрические свойства и использование в качестве средства оценки / К. Кох // Вопросы психологии. – 2003. – № 6. – С. 36–143.

10. Кочина М. Л. Информационная технология оценки временных и частотных показателей организма человека / М. Л. Кочина, А. Г. Фирсов // Системы обработки информации. – 2010. – Т. 83, № 2. – С. 243.

11. Кочина М. Л. Многофункциональный прибор для проведения психофизиологических исследований / М. Л. Кочина, А. Г. Фирсов // Прикл. радиоэлектроника. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 260.

12. Макаренко М. В. Швидкість центральної переробки інформації людини як інша властивість центральних нервових процесів / М. В. Макаренко, В. С. Лизогуб // Фізіологічний журнал. – 2007. – Т. 53, № 4. – С. 87.

13. Макаренко М. В. Швидкість переробки інформації – як критерій властивості функціональної

рухливості нервових процесів / М. В. Макаренко // Вісн. Нац. академії оборони України. – 2009. – Т. 10, № 2. – С. 94.

14. Небылицын В. Д. Реакция навязывания ритма как функция интенсивности мелькающего светового раздражителя / В. Д. Небылицын // Журн. высшей нервной деятельности. – 1964. – Т. XIV. – Вып. 4.

15. Патент Рос. Федерации. Способ оценки функционального состояния коры головного мозга человека / Ким Су Ин, В. М. Башкин, Л. П. Павлова / Донецк. НИИ гигиены труда и профзаболеваний, RU2141244, SU1066533 A/6 A61 B3/06, 20.11.99, бюл. № 32.

16. Рождественская В. И. Индивидуальные различия работоспособности (психофизиологическое исследование работоспособности в условиях монотонной деятельности) / В. И. Рождественская. – М. : «Педагогика», 1980. – 151 с.

17. Сопов В. Ф. Психические состояния в напряженной профессиональной деятельности / В. Ф. Сопов. – М. : Академический проект, 2005.

18. Фетискин Н. П. Влияние мотивации на устойчивость к однотипной деятельности / Н. П. Фетискин // Аняевские чтения-99: Тезисы научно-практической конференции. – СПб., 1999. – С. 127–128.

19. Lewicki P. STATISTICS Methods and Applications / P. Lewicki, Th. Hill // A comprehensive reference for science, industry, and data mining, Tulsa OK, USA, StatSoft Inc. – 2006. – 832 p.

20. Murata A. An attempt to evaluate mental workload using wavelet transform of EEG / A. Murata // Hum. Factors. – 2005. – V. 47, № 3. – P. 498–508.

Кальниш В. В.¹, Красотін Є. В.², Пишнов Г. Ю.¹

ДО АНАЛІЗУ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИ МОНОТОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ

¹ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

²Українська військово-медична академія, м. Київ

Вступ. Дослідження, спрямовані на вивчення механізмів забезпечення високої надійності операторів, зокрема, у професіях з монотонними видами діяльності, є актуальними для медицини праці на сучасному етапі розвитку виробництва.

Мета дослідження. На основі досліджень закономірностей динамічної зміни функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) за умов моделювання монотонної операторської діяльності виявити особливості розвитку стану монотонії на початковому етапі її розвитку.

Матеріали та методи дослідження. Для виконання даної роботи було залучено групу добровольців (22,0 ± 1,1 років, 43 людини). За допомогою спеціального комп'ютерного тесту піддослідним давали інформаційне монотонне навантаження тривалістю 60 хв шляхом застосування так званого ефекту інтерференції Струпа для визначення психофізіологічних характеристик за показниками функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) при дії зорових сигналів. Лабільність нервових процесів визначали за показниками критичної частоти світлового мигтіння червоного (КЧСМ_(кч)) і зеленого (КЧСМ_(зч)) кольорів.

Результати. Після проведення однофакторного дисперсійного аналізу було виявлено суттєвий вплив фактора часу на реакцію випробуваного, а сам процес розвитку стану монотонії був не лінійним. Було виділено дві групи випробовуваних відносно пропонованих завдань – схильних і не схильних до монотонії. При цьому рівень активації нервової системи в останніх постійно збільшувався, незважаючи на дію факторів монотонної роботи, що

супроводжувалися гіподинамією. Передбачається наявність абсолютно різних механізмів регулювання швидкістю процесів, що відбуваються в представників різних досліджуваних груп. Висловлюється припущення про наявність потенційно значно вищих резервних можливостей організму в не схильних до монотонії осіб, що мають після годинного навантаження і більш високий рівень лабільності нервових процесів, і функціональну рухливість нервових процесів.

Висновки. 1. Годинна динаміка психофізіологічної відповіді на монотонне навантаження відрізняється фазним характером, при цьому первинні реакції випробовуваних, схильних до монотонії, були близькими до 1,2 с, а такі самі реакції в групі осіб, не схильних до монотонії, наближаються до значення 1,7 с. Це, можливо, пояснюється різним рівнем активації й інших фундаментальних швидкісних характеристик нервових процесів у випробовуваних, які належать до різних груп за параметром схильності до монотонії. 2. За допомогою розробленого тесту виявлені особи, схильні і не схильні до монотонної діяльності. 3. Особи, стійкі до монотонії, відрізняються рівнем розвитку своїх індивідуально-типологічних якостей і характеризуються більшою силою, рухливістю та лабільністю нервових процесів порівняно зі схильними до розвитку монотонії.

Ключові слова: операторська діяльність, монотонія, функціональний стан

Kalnysh V. V.¹, Krasotin Ye. V.², Pyshnov G. Yu.¹

TO THE ANALYSIS OF PECULIARITIES ON PROVIDING WORKING CAPACITY IN MONOTONE OPERATOR'S ACTIVITY

¹SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

²Ukrainian Military-Medical Academy, Kyiv

Introduction. Investigations, directed at studying mechanisms of provision of high reliability of operators, especially in professions of monotonous types of activity, are rather actual for occupational medicine at the modern stage of production development.

Purpose. To reveal peculiarities of development of the monotone state at the its initial stage, based on studying the dynamic change regularities in the functional state of the CNS.

Materials and methods. A group of volunteers ($22,0 \pm 1,1$, age, 43 persons) were included in the study. An information monotone load of 60 min duration, using a special computer test and the so-called effect of Strup interference for defining psychophysiological characteristics by indices of the functional mobility of nervous processes (FMNP) under the effect of visual signals were proposed for the subjects. The lability of the nervous processes was defined by indices of the critical frequency of light flickers of red (CFLF_(r)) and green (CFLF_(g)) colors.

Results. After a univariate disperse analysis a significant effect of the time factor on the subject's reaction was found, and the process itself in development of the monotone state was not linear. Two groups of subjects were chosen, depending on their relation to the proposed tasks - inclined and not inclined to monotony. In this, the level of nervous system activation in the latter was constantly increased, in spite of the effect of factors of the monotone work, accompanied by hypodynamia. It is supposed the presence of absolutely different mechanisms of speed regulation of the processes occurred in representatives of the studied groups. There is an assumption on the potentially higher reserve abilities of the body in persons not inclined to monotony, having higher level of labile manifestation of nervous processes after an hour load and functional motility of nervous processes.

Conclusion. 1. An hour dynamics of the psychophysiological response to a monotone load differed by a phase-like character, and in this, the initial reactions of subjects, inclined to monotony, were nearer to 1,2 sec, whereas the same reactions in subjects, not inclined to monotony, reached 1,7 sec. This is probably can be explained by different levels of activation and by other fundamental speed characteristics in subjects, belonging to different groups by the parameter of the inclination to monotony. 2. Using the developed test there have been distinguished persons, inclined and not inclined to monotone activity. 3. Persons, stable to monotony, are differed by level of development of their individual-typological qualities and are characterized by more strong, mobile and labile nervous processes in comparison with those, inclined to monotony development.

Key words: operator's activity, monotony, functional state

References

1. Agafonov, A., Fedotova, A. 2005, «Studying a Strup-phenomenon when complicating a task of ignoring», Psychological studies. Collection of papers, Samara: Univers-group, pp. 28–35 (in Russian).

2. Aminov, N. A. 1977, «Individual differences in dynamics of the functional states in the monotone work»,

Problems of differential psychophysiology, Vol. 9, Moscow (in Russian).

3. Aseyev, V. G. 1975, «A problem of monotony in studies of foreign authors», Voprosy psikhologii, no. 1 (in Russian).

4. Vinogradov, M. I. 1966, Physiology of work processes. Moscow : Meditsina, 368 p. (in Russian).

5. Dormashev, Yu. B., Romanov, V. Ya., Shilko, R. S. 2003, «Interaction of attention and short-term memory: a new method of studying (Information I)», *Psikhologicheskii zhurnal*, Vol. 24, no. 3, pp. 72–79 (in Russian).
6. Kalnysh, V. V., Levchenko, V. V. 2012, «Computer modeling of emotional states», *Medical information and engineering*, no. 3, pp. 34–39 (in Russian).
7. Kalnysh, V. V., Shvets, A. V., Romanenko, Yu. P. 2009, «Peculiarities of the effect of neuro-emotional load of various intensity on the reliability of the military personnel activity», *Ukrainian medical chronicle*, no. 1 (69), pp. 88–92 (in Ukrainian).
8. Kalnysh, V. V., Shvets, A. V. 2008, «Improvement of the methodology for definition of operator's psychophysiological characteristics», *Ukrainian J. Occup. Health*, no. 4 (16), pp. 49–54 (in Ukrainian).
9. Koch, K. 2003, «A Strup effect, its psychometric properties and use as a means of assessment», *Voprosy psikhologii*, no. 6, pp. 36–143 (in Russian).
10. Kochina, M. L., Firsov, A. G. 2010, «Information technology in assessment of temporal and frequency indices of the human body», *Systems for information processing*, Vol. 83, no. 2, p. 243 (in Russian).
11. Kochina, M. L., Firsov, A. G. 2010, «Multi-functional device for psychophysiological studies», *Applied radioelectronics*, Vol. 9, no. 2, p. 260 (in Russian).
12. Makarenko, M. V., Lizogub, V. S. 2007, «Rapidity of human central information processing as an another property of central nervous processes», *Fiziologichni zhurnal*, Vol. 53, no. 4, p. 87 (in Ukrainian).
13. Makarenko, M. V. 2009, «Information processing rapidity as a criterion of possibilities of the functional nervous processes mobility», *Visnyk Natsionalny Akademii oborony Ukrainy*, Vol. 10, no. 2, p. 94 (in Ukrainian).
14. Nebylistyn, V. D. 1964, «Reaction of the rhythm obsession as a function of intensity of flicker optic stimulus», *Zhurnal vysshei nervnoj deyatelnosti*, Vol. XIV, Issue 4 (in Russian).
15. Kim, Su In, Bashkin, V. M., Pavlova, L. P. 1999, Patent of the Russian Federation. Method for assessment of the functional state of the human cerebral cortex, Donetsk Institute of labour hygiene and occupational diseases, RU2141244, SU1066533 A/6 A61 B3/06, 20.11.99, Bul. №32. (in Russian)
16. Rozhdestvenskaya, V. I., 1980, Individual differences in work capacity (psychophysiological study of work capacity in conditions of monotone activity). Moscow : Pedagogika, 151 p. (in Russian).
17. Sopov, V. F. 2005, Psychic states in intensive occupational activity. Moscow : Akademicheskii proekt (in Russian).
18. Fetiskin, N. P. 1999, «Effect of motivation on the stability in one-type activity» / Ananiev's readings-99: Thesis of the Scientific Conference. Saint-Petersbourg, pp. 127–128 (in Russian).
19. Lewicki, P., Hill, Th. 2006, *Statistic Methods and Applications. A comprehensive reference for science, industry, and data mining*, Tulsa OK, USA, StatSoft Inc, 832 p.
20. Murata, A. 2005, «An attempt to evaluate mental work-load using wavelet transform of EEG», *Human Factors*, Vol. 47, no. 3, pp. 498–508.

Поступила: 11.03.2014 г.

Контактное лицо: Пышнов Г. Ю., лаборатория психофизиологии труда, ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», д. 75, ул. Сакаганского, г. Киев, 01033. Тел.: +38 0 44 289 46 05.