

### Бібліографічні посилання

1. Грузман И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых, Г.И. Перетягин, А.А. Спектор. – Новосибирск, 2000. – 168 с.
2. Новейшие методы обработки изображений. / Под ред. А.А. Потапова. – М., 2008. – 496 с.
3. Интернет ресурс: <http://www.compress.ru/Archive/CP/2006/8/4>.
4. Интернет ресурс: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Линза\\_\(оптика\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Линза_(оптика)).
5. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М, 2006. – 1072 с.
6. Приставка П.О. Побудова контрастних фільтрів за використанням поліноміальних сплайнів / П.О. Приставка // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – Д., 2007. – Т. 11. – С.15–22.
7. Чолишкіна О.Г. Застосування поліноміальних сплайнів на основі В-сплайнів п'ятого порядку при побудові фільтрів / О.Г. Чолишкіна // Вісн. НАУ, 2009. – №1. – С. 214–218.
8. Приставка П.О. Застосування комбінованих фільтрів на основі поліноміальних сплайнів при обробці растрових зображень / П.О. Приставка // Вісн. НАУ. – К., 2008. – №4. – С. 104–107.
9. Приставка П.О. Поліноміальні сплайни при обробці даних / П.О. Приставка. – Д., 2004. – 236 с.
10. Приставка П.О. Дослідження В-сплайну п'ято-го порядку та їх лінійної комбінації / П.О. Приставка, О.Г. Чолишкіна // Математичне моделювання. – 2007. – №1 (16). – С.14–17.
11. Приставка П.О. Дослідження двовимірною поліноміального сплайну на основі В-сплайнів п'ятого порядку / П.О. Приставка, О.Г. Чолишкіна // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – Д., 2008. – Т.12. – С.14–27.
12. Интернет ресурс: <http://www.adobe.com/photoshop>.

Надійшла до редколегії 27.05.09

УДК 534.4: 621.391

А.А.Чугай, О.Н.Карпов

*Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара*

### УМСТВЕННЫЙ ТРУД ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА И БИОРИТМЫ

Проводиться дослідження чи спостерегається ритміка у розумовій та серцевій діяльності оператора.

**Ключові слова:** *біоритми, роботоспроможність, розумова діяльність, серцева діяльність, стан диктора*

Проводится исследование наблюдается ли ритмика в умственной и сердечной деятельности оператора.

**Ключевые слова:** *биоритмы, работоспособность, умственная деятельность, сердечная деятельность, состояние диктора*

Study whether there was rhythm in the mental and cardiac activity of an operator.

**Keywords:** *biorhythms, performance, mental activity, cardiac activity, the state of the speaker*

**Введение.** Любой вид сознательной человеческой деятельности всегда в той или иной мере связан с развитием функциональных состояний. При этом наблюдается снижение устойчивости ряда динамических психофизиологических функций. Характер и условия труда представляют мощный фактор, влияющий на психофизиологическое состояние человека, его работоспособность и эффективность, а также на здоровье. Проектирование режима труда и отдыха связано с учетом системных периодических колебаний работоспособности человека-оператора. Эти влияния сказываются на протекании широкого спектра ритмов, от высокочастотных ритмов электрической активности мышц и мозга, до низкочастотных суточных, месячных и годовых, в деятельности всего организма. Протекание ритмов произвольных трудовых действий и изменения ритмов различных физиологических процессов имеют существенное значение, как показатели уровня функционального состояния: усталости, утомления, операционального напряжения.

По распространенным представлениям, спектр биологических ритмов представляет единое целое – сложную систему в общей системе регуляции физиологических процессов в организме [1].

**Постановка задачі.** При умственной работе, а к ней относится и операторская деятельность, наблюдаются классические фазы работоспособности: вработывание, устойчивая работоспособность и снижение работоспособности, под влиянием усталости и утомления. Выяснить, наблюдается ли ритмика в умственной и сердечной деятельности оператора?

**Решение задачи.** Нашими экспериментальными исследованиями, которые проводились на Приднепровской железной дороге, с целью изучения динамики работоспособности машинистов локомотивных бригад при длительном монотонном умственном труде было установлено, что наблюдаются не только интегральные количественные изменения эффективности деятельности, но и изменения производительности труда во времени. В ходе 6-часового эксперимента испытуемым предлагалось решать несложные арифметические задачи в свободном произвольном темпе. Задачи предъявлялись на экране дисплея сразу же после решения каждой предыдущей. Регистрировались количество решённых задач за каждую минуту оперативного времени, количество допущенных ошибок и частота сердечных сокращений. Генеральную выборку составили 34 испытуемых (машинисты локомотивных бригад возраста 27–50 лет), которые показали среднюю скорость решения 32 задачи в минуту. После шестого часа работы все испытуемые отмечали субъективное слабое чувство усталости и сильного утомления. При построении графика эффективности деятельности для всей группы испытуемых, путем поминутного усреднения выборки четко выявились фазы вработываемости и устойчивой работоспособности (рис.1).

Анализ индивидуальных графиков производительности труда показал, что минутная производительность сильно колеблется на протяжении всего оперативного времени работы. Переход к фазе снижения работоспособности под влиянием утомления был медленным, с небольшой абсолютной величиной снижения трудовой производительности, хотя испытуемые к этому времени чувствовали сильную усталость.

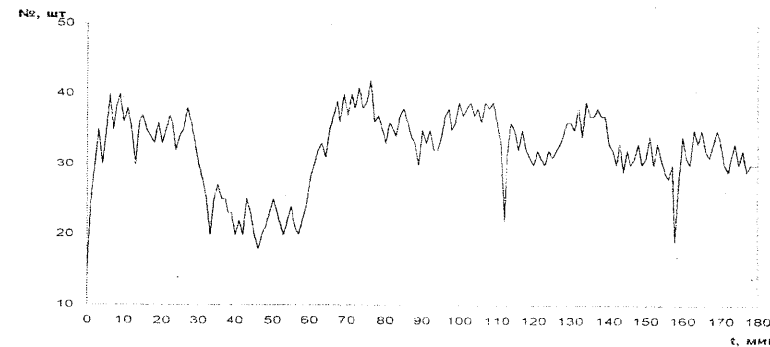


Рис.1. Динамика производительности 3-часовой умственной деятельности (испытующий 5)

Кроме того, в конце работы у многих испытуемых появляется резко выраженная неравномерность наработки: периоды быстрого решения нескольких задач чередуются с временными промежутками, когда испытуемый не мог сосредоточиться для решения следующей задачи. Наступал, как бы, умственный ступор. Экспертная визуальная оценка, автокорреляционный анализ и спектральный анализ полученных данных выявили наличие периодичности производительности у всех испытуемых – от 20 до 35 мин, причем у многих (12 испытуемых) отмечалось плавное укорочение этих периодов к концу работы.

Мы полагаем, что периодические изменения умственной работоспособности объясняется временной нейрофизиологической утомленностью при мыслительных процессах, а умственный ступор – время восстановления процесса мышления. Исходя из теории функциональной системы П.К. Анохина, работоспособность человека относится к числу физиологических особенностей, подчиняющихся принципу саморегуляции [2]. То есть целенаправленная напряженная умственная деятельность (работа памяти и мышления) вызывает периодическое психофизиологическое утомление и энергонтощение на нейронном уровне с возможным нарушением локальной термостабилизации. Сигналы нарушения параметров режима работы нейронных структур системы мышления, поступают в систему контроля жизнедеятельности и защиты нейронных структур всего организма, которая обеспечивает дополнительным питанием интенсивно работающие биосистемы и осуществляет блокировку процесса мышления при перегрузках, создавая режим отдыха и восстановления работоспособности. Достигнув уровня

работоспособности, система контроля разрешает продолжение мыслительной активности [4].

В нашем представлении работа процесса мышления выглядит следующим образом (рис.2).

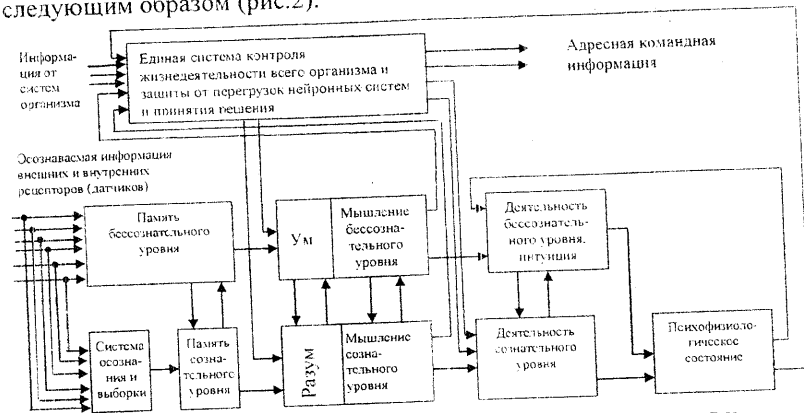


Рис.2. Схематическое представление процессов мышления и деятельности человека

Информация от рецепторов ( датчиков ) поступает в память бессознательного уровня и одновременно, пройдя систему осознания и выборки, поступает в память сознательного уровня. Бессознательная память является надёжным накопителем информации не подверженным процессу забывания и контроля сознания. Является непрерывным источником информации для мыслительных процессов бессознательного уровня, которые обеспечивают жизнедеятельность и безопасность всего организма в автоматическом режиме. Память сознательного уровня, владеющая осознанной выборочной информацией, обеспечивает работу мышления сознательного уровня, результирующие решения которого осуществляют сознательную деятельность человека. Единая система контроля ответственна за жизнедеятельность нейронных структур. Она контролирует и определяет уровень их работоспособности, отслеживает энергообеспеченность и обеспечивает дополнительной подпиткой интенсивно работающие клеточные системы организма, в том числе и нейронные, разрешает или запрещает их работу.

Таким образом, по мере накопления утомления или усталости включаются тормозные процессы, ограничивающие или запрещающие деятельность тех или иных клеточных структур на период восстановления их полной работоспособности. Возникает физиологический ритм, то есть чередование работы и покоя

функциональных единиц. И если мышечным клеточным системам предоставляется длительный отдых, то все остальные системные органы работают постоянно. Торможение, обеспечивающее автоматическое действие восстановительной функциональной системы, контролируется и сознанием. Человек волевым усилием может управлять некоторой деятельностью, несмотря на нарастающее чувство утомления или усталости на некоторое время. Форсированный режим работы мышечных систем и умственных действий, возникающий при опасности или угрозе жизни, управляется той же единой системой контроля жизнедеятельности только в другом (аварийном) режиме. В результате – наблюдается приток сил на период действия экстремальности. При малых перегрузках и подключении воли или увлечённости может не наблюдаться заметного снижения эффективности деятельности. Особенно это проявляется при выполнении относительно лёгкой, но продолжительной физической работы и при оптимальном умственном труде. Однако продолжение работы в прежнем темпе требует дополнительного энергообеспечения, накапливается утомление, в связи с чем непроизвольное и незаметное для исполнителя периодическое снижение работоспособности может возникать чаще, и тогда происходит укорочение волн ритмических колебаний работоспособности. При интенсивной, сложной и длительной умственной деятельности, с приложением волевых усилий, и обеднённом энергообеспечении наступает истощение интенсивно работающих нейронов системы мышления (патология – астенический синдром). Та же деятельность наполняемая сильной тревогой или страхом может закончиться необратимым разрушением логических нейронных связей системы мышления (патология – приобретенная шизофрения).

Автокорреляционный и спектральный анализ динамики сердечного ритма изучался за весь рабочий период. В течение всех 6 часов ежеминутно регистрировался пульс. В начале исследования средняя величина частоты пульса составляла  $81,6 \pm 3,8$  уд./мин. В процессе деятельности она увеличилась до  $92,5 \pm 0,6$  уд./мин. Автокорреляционные функции сердечного ритма свидетельствуют о наличии не ярко выраженной периодичности в изменениях дисперсии сердечного ритма (период 25-35 уд./мин), которая не выявилась при простом рассмотрении пульсограммы. Периодичность выявилась методом цифровой фильтрации и спектральным анализом ритмограмм.

Таким образом, происхождение периодических процессов в организме связывается с двумя основными факторами. Первый фактор — это внешние периодические процессы и воздействия, на которые организм отвечает также периодическими изменениями функций. Второй фактор — внутренний. Он связан с тем, что поддержание физиологического параметра в пределах некоторого уровня обеспечивается функционированием более тонкого контура регулирования этого параметра с обратной связью. Параметру, регулируемому контуром с обратной связью, присущи колебания, период которых зависит от инерционных характеристик контура. Поскольку работа любой системы требует энергетического обеспечения, то автоколебания влияют на сердечную деятельность, что находит отражение в периодической структуре сердечного ритма. Если отдельная физиологическая система включается в деятельность функциональной системы (по П.К. Анохину), то это значит, что она начинает регулироваться обратной связью от выходного параметра функциональной системы, что изменяет период ее автоколебаний. Это изменение тем значительнее, чем дольше вовлечена физиологическая система в деятельности функциональной системы.

**Выводы.** Умственная деятельность оператора носит индивидуальный ритмический характер. Это следует учитывать при проектировании режима труда и отдыха оператора. Доступность регистрации ритма сердца позволяет контролировать уровень напряженности трудовой деятельности оператора в реальном времени.

Последнее время в популярной литературе появились сообщения о наличии у людей, при том у всех людей одинаково, стабильных ритмов с постоянной длиной периода: 23-дневного цикла колебаний физической работоспособности; 28-дневного цикла колебаний эмоционального состояния и 33-дневного цикла колебаний умственной работоспособности. Указывается, что они остаются у всех людей неизменными от рождения до смерти. Благодаря этому стало возможным рассчитать для любого дня жизни, в какой фазе каждого из трех ритмов находится человек. Правда, единичные исследования указывают на их недостаточную обоснованность, на то, что подобные выводы являются результатом неточностей при анализе данных статистической обработки [6]. До настоящего времени стабильные и точно одинаковые у всех людей ритмы не были обнаружены в биологических и медицинских исследованиях. Данные утверждения нуждаются в дальнейших объективных и точных научных исследованиях.

#### Библиографические ссылки

1. Halberg F. Chronobiologi. // Ann.Rev.Physiol. 1969, V. 31, P.675-725
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. / П.К. Анохин. — М., 1975. — 447 с.
- 3. Thommen G.S. How biorhythms help you deterthods. Oxford. Edinbrough. 1969. — 621 p.
4. Смирнов К.М. Биоритмы и труд. / К.М. Смирнов, А.О. Навакатикян, Г.М. Гамбашидзе., А.А. Сорокин и др. — М., 1980. — с.102.
- 5. Ягоднинский В.Н. Космический пульс биосферы. / В.Н. Ягоднин. — М., 1985. — с.95.
6. Kalsbeck J.W. Do you believe in sinus arrhythmia. // Ergonomics, 1973, V 6, № 1, P. 99-104.

Надійшла до редакції 30.05.09