

Функциональное состояние человека-оператора как источник мониторинговой информации

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,
Харьковский национальный экономический университет*

Введение

Известна причинно-следственная связь между негативными изменениями в окружающей природной среде и непрерывно ухудшающимся состоянием здоровья человека, которое непосредственно влияет на формирование функционального состояния человека-оператора. Следовательно, можно предположить, что источником мониторинговой информации о негативных изменениях в окружающей природной среде могут служить результаты оценки функционального состояния человека. На сегодня создано большое количество методов и способов исследования функционального состояния человека-оператора, которые позволяют получать его достаточно точные оценки, то есть имеются как теоретическая, так и практическая базы для развития высказанного предположения. В связи с этим актуальным является изучение возможности использовать результаты исследования изменений функционального состояния человека-оператора при проведении экологического мониторинга какого-либо объекта. Для реализации этого необходима методологическая разработка информационной системы оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей природной среды путем исследования изменений функционального состояния оператора.

Анализ публикаций

На сегодня существуют методы оценки изменений в природной среде путем всестороннего исследования различных параметров функционального состояния человека. Например, в работах [1 - 5] предложено на основе психофизиологических реакций подсистем организма человека на изменения отдельных факторов природной среды (геомагнитного поля Земли, солнечной активности и т.д.) оценивать ее состояние. При этом основной недостаток данных способов состоит в том, что они позволяют исследовать реакцию на изменения в состоянии природной среды только отдельных подсистем организма человека (сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и т.д.), в то время как изменения в организме, как правило, носят системный характер.

Известны также способы мониторинга окружающей природной среды путем измерения параметров кожи (например электрической проводимости) в биологически активных точках [6 - 8]. Применение методов рефлексодиагностики в данном вопросе способствует повышению точности результатов мониторинга, что обусловлено системностью получаемой информации о функциональном состоянии человека. Однако необходимо отметить следующее:

1) при измерении некоторых параметров кожи (например кожно-гальванической реакции) возникает значительное количество погрешностей, которые сложно учесть;

2) многие биологически активные точки кожи реагируют не только на изменения в состоянии природной среды, но и на многие другие факторы (например, параметры микроклимата, электромагнитные излучения и т.д.).

Указанные недостатки усложняют возможность получения адекватной оценки изменений в состоянии окружающей природной среды.

Наиболее перспективным направлением в установлении взаимосвязи изменений в состоянии природной среды с нарушениями функционального состояния организма человека-оператора, с нашей точки зрения, является изучение биоритмов. Это обусловлено тем, что ритмические изменения интенсивности функциональной активности любого рода (и на любом уровне функциональной организации) представляют собой универсальную форму постоянного реагирования организма человека на воздействия внешней среды [9].

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является установление взаимосвязи изменений в окружающей природной среде с нарушениями функционального состояния человека-оператора на основе анализа работы биоритмов его организма.

Результаты и обсуждение

Для реализации поставленной цели сначала необходимо определиться с классом исследуемых биоритмов, что даст возможность выбрать источники получения информации о них, методы исследования, а также испытуемых.

Необходимость изучения вопросов взаимодействия организма с окружающей средой определяет выбор такого класса биоритмов, как адаптивные, которые имеют колебания с периодами, близкими к основным геофизическим циклам, и способствуют адаптации организма к периодическим изменениям окружающей среды [9]. Однако видов адаптивных биоритмов достаточно много и изучение их в рамках одной работы не представляется возможным. В связи с этим в данной работе остановимся на анализе работы биоритмов, которые отражают сезонные изменения в состоянии человека в течение года. Это обусловлено тем, что, во-первых, сезонные изменения существенно влияют на изменения в психофизиологическом состоянии человека, а во-вторых, необходимо учитывать особенности работы биоритмов организма в зависимости от периода года. Согласно классификации биоритмов, приведенной в работе Н.И. Моисеевой, В.М. Сысуева [10], интересующие нас биоритмы относятся к макроритмам и называются цирканнуальными.

В качестве источников информации использовались биоритмологические биологически активные точки кожи (БАТК) [11, 12]. Параметры биоритмологических БАТК характеризуют динамику активности и пассивности различных функциональных систем организма человека в зависимости от сезонных особенностей состояния окружающей природной среды, то есть служат показателем сезонного состояния биоритмов человека. Исследуемыми параметрами являлись ёмкость C (пФ) и сопротивление R (МОм) точек кожи в переменном поле.

Исследования проводились в течение года. В качестве испытуемых выбраны лица в возрасте 20 - 25 лет, занятые различными видами деятельности. Выбор именно такой возрастной категории для исследований обусловлен тем фактом, что именно в этот период состояние организма является самым оптимальным, а ответы на воздействия различных факторов наиболее адекватны, то есть не нужно учитывать влияние каких-либо дополнительных факторов на работу биоритмов (например, острые реакции на изменение погодных условий у людей старших возрастных категорий).

Для интерпретации полученных в результате исследования данных применялся способ построения функциональных областей в комплексной плоскости. Для построения функциональных областей используются значения емкости и сопротивления кожи в БАТ. При этом в комплексной плоскости по оси X располагаются значения емкости кожи в биоритмологических БАТ, а по оси У – значения сопротивления кожи в БАТ. Каждая точка функциональной области характеризует психофизиологическое состояние одной из 12 подсистем организма человека. В качестве характеристических признаков изменений работы биоритмов использовались:

- 1) смещение функциональной области;
- 2) изменение площади функциональной области.

Использование данных признаков позволило установить следующие закономерности:

1. Если площадь функциональной области, построенной по результатам измерения параметров биоритмологических БАТК в соответствующий период года, не изменяется или уменьшается, а ее смещение минимально относительно первоначального положения, то это свидетельствует об отсутствии изменений в работе биоритмов организма человека, а значит, и в его функциональном состоянии (рис. 1, а). На основании этого можно предположить, что возможны следующие варианты развития событий:

- а) в рассматриваемый период никаких неадекватных изменений в состоянии окружающей природной среды не происходило;
- б) изменения в состоянии природной среды произошли, но человек может быстро и эффективно адаптироваться к ним.

2. Если площадь функциональной области, построенной по результатам измерения параметров биоритмологических БАТК в соответствующий период года, постоянно изменялась (в большую или меньшую сторону – не имеет значения), а ее смещение относительно первоначального положения значительно, то это говорит о наличии нарушений в работе биоритмов и, следовательно, в функциональном состоянии оператора (рис. 1, б). На основании этого можно предположить, что возможны следующие варианты развития событий:

- а) в состоянии природной среды произошли изменения, и для организма человека «цена» адаптации к ним высока, что впоследствии, может привести к развитию внешнего дисинхроза (нарушение синхронизации биоритмов с фазностью внешней среды); естественно, такие изменения имеют негативный характер и опасны как для человека, так и для природы;
- б) возможной причиной нарушений работы биоритмов является общее изменение функционального состояния человека (например, болезнь); в данном случае изменения не касаются изменений в состоянии природной

среды, однако данный вариант требует дополнительных исследований функционального состояния человека-оператора для установления действительных причин его нарушения.

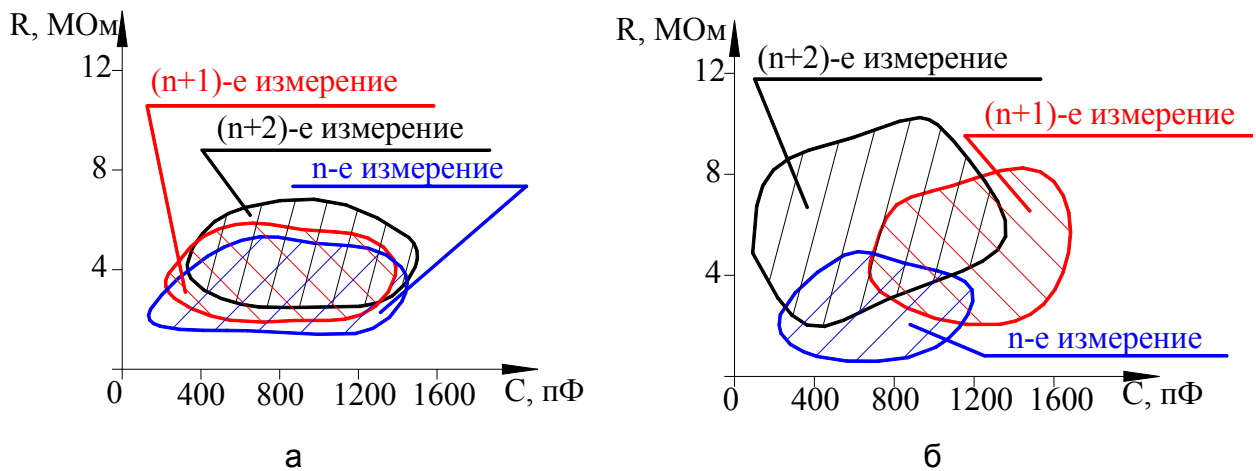


Рисунок 1 – Динамика функциональных областей в комплексной плоскости в процессе исследований: а – отсутствие изменений в работе биоритмов организма человека; б – изменения в работе биоритмов организма человека

Помимо характеристических признаков, которые дают качественную оценку изменений работы биоритмов человека, на основании использования тех же функциональных областей можно получить и количественные оценки. С этой целью использовались результаты наших предыдущих исследований функциональных состояний человека-оператора. В ходе этих исследований установлено, что процессы адаптации организма человека к новым условиям существования могут протекать в трех направлениях:

- 1) оптимально, если флуктуации психофизиологических показателей гомеостаза составляют не более $\pm 30\%$;
- 2) допустимо, если флуктуации психофизиологических показателей гомеостаза составляют не более $\pm 50\%$;
- 3) недопустимо, если флуктуации психофизиологических показателей гомеостаза составляют более $\pm 50\%$.

Данное экспериментальное предположение совпадает с результатами исследований функциональных состояний операторов, приведенными в литературных источниках [13].

Вышеперечисленные утверждения можно применить при анализе изменений площади функциональной области в комплексной плоскости. В результате получены следующие характеристические неравенства:

$$|S^{n+1} - S^n| \leq 0,5 S^n, \quad (1)$$

$$|S^{n+1} - S^n| > 0,5 S^n, \quad (2)$$

где S^n – площадь функциональной области, отображающей функциональное состояние человека-оператора на момент n-го измерения; S^{n+1} – площадь функцио-

нальной области, отображающей функциональное состояние человека-оператора на момент $(n+1)$ -го измерения.

Применение для анализа динамики функциональных областей в комплексной плоскости характеристических неравенств позволило установить следующие закономерности:

1) выполнение характеристического неравенства (1) означает, что колебания в работе биоритмов являются допустимыми для нормального функционирования организма человека, то есть изменения в состоянии природной среды (если таковые имели место) не опасны;

2) реализация характеристического неравенства (2) свидетельствует о том, что колебания в работе биоритмов являются опасными для нормальной жизнедеятельности организма (может развиваться внешний дисинхроз), и, следовательно, изменения в состоянии природной среды (если таковые имели место) опасны.

Использование в процессе анализа динамики функциональных областей в комплексной плоскости как характеристических признаков, так и характеристических неравенств дало возможность прийти к следующим выводам:

1) если смещения функциональной области в комплексной плоскости относительно первоначального положения на протяжении исследований незначительны (см. рис. 1, а) и выполняется характеристическое неравенство (1), то можно сделать вывод, что изменений в работе биоритмов организма не было;

2) если же смещения функциональной области в комплексной плоскости относительно первоначального положения на протяжении исследований существенны (см. рис. 1, б) и выполняется характеристическое неравенство (2), то можно сделать вывод, что произошли значительные изменения в работе биоритмов организма.

На основании характеристических признаков и неравенств разработано программное обеспечение «Исследование» для упрощения процесса обработки данных, полученных в результате измерения параметров БАТК, и вынесения решения об изменениях в работе биоритмов организма человека и, следовательно, об изменениях в состоянии окружающей природной среды.

Выводы

На основании вышеизложенных данных можно сделать следующие обобщающие выводы:

1) работа цирканнуальных биоритмов организма человека зависит от состояния природной среды;

2) объективную информацию об изменениях в работе данного класса биоритмов можно получить на основе измерения параметров кожи в биоритмологических БАТ;

3) интерпретация информации, полученной в результате измерений параметров в биоритмологических БАТК, с помощью характеристических признаков и неравенств дает возможность оценить изменения в работе биоритмов организма человека и на основании этого сделать вывод о состоянии природной среды.

Список литературы

1. Кузнецов А.Г. Экологическая физиология человека: адаптация человека к экстремальным условиям среды / А.Г. Кузнецов, Б.М. Савин. – М.: Наука, 1979. – 704 с.
2. Слоним А.Д. Физиологические механизмы адаптации человека к природным факторам среды / А.Д. Слоним. – Новосибирск: Книга, 1967. – 158 с.
3. Деряпа Н.Р. Биоклиматические аспекты адаптации человека / Н.Р. Деряпа // Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях. – 1981. – С. 62 - 64.
4. Николаев В.Н. Естественные электромагнитные поля – экологический фактор, модулирующий адаптационные резервы организма / В.Н. Николаев // Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях. – 1981. – С. 64 - 65.
5. Айдаралиев А.А. Адаптация человека к экстремальным условиям: опыт прогнозирования / А.А. Айдаралиев, А.Л. Максимов. – Л.: Наука, 1988. – 126 с.
6. Туркменов М.Т., Биоритмологический принцип прогнозирования функционального состояния организма человека по биофизическим показателям активных точек / М.Т. Туркменов // Оценка и прогнозирование функционального состояния в прикладной физиологии. – Фрунзе: Илим. – 1984. – С. 344 - 345.
7. Рыжиков Г.В. Геомагнитное поле как фактор эмоционального напряжения / Г.В. Рыжиков // Стресс, адаптация и функциональные нарушения. – Кишинев: Штиинца. – 1984. – С. 198.
8. Волович В.Г. Человек в экстремальных условиях природной среды / В.Г. Волович. – М.: Мысль, 1980. – 190 с.
9. Филиппов М.М. Психофизиология функциональных состояний / М.М. Филиппов. – К.: МАУП, 2006. – 240 с.
10. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы / Н.И. Моисеева, В.М. Сысуев. – Л.: Наука, 1981. – 127 с.
11. Самосюк И.З. Акупунктура / И.З. Самосюк, Ю.П. Лысенюк. – К.-М.: Укр. энцикл., АСТ ПРЕСС, 1994. – 541 с.
12. Фомберштейн К.Б. Рефлексотерапия в курортологии / К.Б. Фомберштейн. – К.: Здоровье, 1991. – 190 с.
13. Зараковский Г.М. Закономерности функционирования эргатических систем / Г.М. Зараковский, В.В. Павлов – М.: Радио и связь, 1987. – 231 с.

К.х.н., доцент, Коваленко, ХНЕУ, Харьков