

Грищенко Ю.В., Курушкіна Я.О. Использование принципа инвариантности систем управления при оценке усиленных рефлексов И.М. Сеченова. // Кибернетика и вычислительная техника. – К.: НАН Украины, 2004. – Вып.143. С. 39-44;

УДК 629.735.017. Ю.В. Грищенко, Я.О. Курушкіна

Использование принципа инвариантности систем управления при оценке усиленных рефлексов И.М. Сеченова.

Проблема непрерывного контроля диагностической информации занимает особое место, так как слежение за текущим психофизиологическим состоянием пилота может иметь жизненно важное значение.

Построение инструментальных средств диагностики состояния пилотов основано на регистрации физиологических данных и их последующей оценке с целью определения показателей, характеризующих работу важнейших систем организма.

Развитие техники, появление электроники и микроэлектроники, привело к созданию высокочувствительных методов регистрации биологических сигналов и эффективных средств их обработки для получения диагностической информации.

Биологические сигналы представляют собой разнообразные по характеру (электрические, механические, химические, и др.) проявления деятельности физиологических систем организма [1]. Определение параметров и характеристик биологических сигналов и их оценка дополняет картину состояния пилота объективной диагностической информацией, позволяющей прогнозировать развитие его состояние.

Методы исследования физиологических процессов, используемые в аппаратуре клинического мониторинга, должны обеспечивать непрерывность регистрации биологических сигналов в реальном масштабе времени в сочетании с высокой диагностической ценностью показателей, получаемых в результате обработки сигналов.

Этим требованиям удовлетворяет ряд методов получения физиологической информации, которые широко используются для целей функциональной диагностики.

Наиболее важными из них являются методы контроля показателей сердечно-сосудистой системы, ЦНС, функции внешнего дыхания.

Электрокардиография является методом исследования электрической активности сердца, осуществляемый с помощью регистрации и последующей обработки электрокардиограммы (ЭКГ). Используется в мониторинжной аппаратуре для визуального

наблюдения ЭКГ и диагностики возникающих нарушений, для слежения за показателями variability сердечного ритма, отражающими состояние регуляторных процессов в организме. [2]

Контроль показателей ЦНС осуществляется методом электроэнцефалографии, который представляет собой исследование биоэлектрической активности мозга, дающее информацию о функциональном состоянии мозга и его отдельных участков. Используется при мониторинге активности центральной нервной системы.

Импедансная плетизмография (электроплетизмография, реография) - метод исследования центральной и регионарной гемодинамики, основанный на изучении сопротивления биологических тканей переменному электрическому току.

При мониторинге параметров гемодинамики (частоты сердечных сокращений (ЧСС), ударного объема, общего периферического сопротивления, параметров венозного отдела кровообращения и др.) оценивается пульсирующая составляющая сопротивления тканей, обусловленная изменением интенсивности кровотока [3].

При реографических исследованиях параметров гемодинамики для оценки пульса анализируется электрический сигнал, соответствующий изменению электрического сопротивления участка тканей с пульсирующим сосудом.

Артериальная пульсация может быть зарегистрирована по эффекту Доплера от движущегося потока крови с использованием ультразвуковой или микроволновой техники.

Развитие средств регистрации и методов обработки биологических сигналов, а также широкое использование микропроцессорной техники привело к объединению отдельных приборов измерения и контроля физиологических параметров в многофункциональные мониторные системы, позволяющие вести комплексную оценку состояния пациента.

В мониторных системах осуществляется сбор физиологических данных, анализ полученной информации, определение диагностических показателей с представлением результатов в удобном для восприятия виде (рис.1).

Сбор данных в мониторных системах основан на регистрации биологических сигналов, то есть преобразовании сигналов, отражающих функционирование физиологических систем в форму, удобную для дальнейшей обработки и анализа.

Физиологические параметры могут быть определены либо непосредственно, как измеряемые физические величины, например, температура, давление, биоэлектрические потенциалы, либо как величины, характеризующие взаимодействие физиологических процессов организма с физическими полями, например, величина ослабления прошедших через исследуемые ткани оптического излучения, ультразвука, электромагнитных волн [4].

Для регистрации и измерения физиологических параметров служат датчики, содержащие чувствительные элементы, преобразующие исследуемый физиологический параметр в электрический сигнал.

В настоящее время для получения данных о психофизиологическом состоянии пилотов применяются устройства, датчики которых непосредственно контактируют с телом человека-оператора.

Следует отметить, что применение таких устройств для рейсовых полетов в гражданской авиации весьма проблематично. Отсюда вытекает и ограничение в получении статистических данных.

Оценить усиленные рефлексы И.М. Сеченова возможно по выходным данным машины. Одним из наиболее сложных видов таких машин является современное воздушное судно (ВС). Насколько это важно - выявить такие отрицательные эффекты процесса полета, говорилось неоднократно [5, 6]. На необходимости снижения доли аварийности, связанной с человеческим фактором, указывают как разработчики летательных аппаратов [7], так и специалисты, которые готовят пилотов [8].

Современные ВС оборудованы бортовыми системами управления, которые представляют собой сложный комплекс (рис. 2) устройств и подсистем, обеспечивающих ручное (штурвальное), полуавтоматическое (директорное) и автоматическое управление полета ВС, уходом на второй круг, управление взлетом и посадкой и т.п. [9].

Так как нас интересует инвариантность автоматизированной бортовой системы управления АБСУ-154 по входным (воздействием человека-оператора на органы управления) и выходным (изменениям параметра полета) параметрам. АБСУ-154 позволяет выдерживать заданные характеристики устойчивости и управляемости ВС при ручном пилотировании во всем диапазоне эксплуатационных скоростей и высот полета (рис. 3).

Уравнение системы штурвального управления АБСУ-154 имеет вид:

$$\text{по курсу } \Delta\delta_n = F_1 \kappa \varpi_y \frac{T_1 p}{T_1 p + 1} \varpi_y + \Delta X_n;$$

$$\text{по крену } \Delta\delta_\gamma = F_2 \left(\kappa \varpi_x \frac{T_2 p}{T_2 p + 1} \varpi_x + \kappa_{x\psi} \frac{1}{T_\psi p + 1} \Delta X_\psi \right) + \Delta X_\gamma;$$

$$\text{по тангажу } \Delta\delta_B = F_3 (\kappa \varpi_z \varpi_z - \kappa_{uz} \kappa_x \Delta X_v) + \Delta X_v.$$

При таких передаточных функциях принцип инвариантности характеризуется тем, что сохраняет синусоидальный характер колебаний без их трансформации по качественным показателям (если на входе синусоидальный процесс, то на выходе тоже). Это дает нам возможность в переносе точек измерения усиленных отраженных движений с датчиков, закрепленных на пилоте, на параметры полета, такие как крен, курс, тангаж.

Проведение исследования определения автокорреляционных функций показали, что если входной сигнал автокорреляционной функции содержит синусоидальные составляющие (регулярные, случайные), то выходной тоже содержит [10, 11].

Следует отметить, что современные бортовые устройства регистрации полетной информации позволяют получать информацию и об отклонении органов управления. Однако такая информация в авиаотрядах, как правило, не содержится.

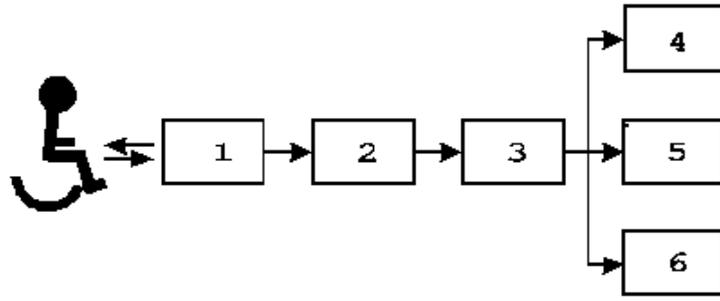
Таким образом, использование выше указанного принципа при оценке умения пилотов противодействовать негативным факторным накладкам, позволяет не только оценить качество техники пилотирования, но и психофизиологическое состояние пилота. Значительно расширяется возможность получения статистических данных.

Список литературы

1. Кромвелл Л. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения. – М.: Радио и связь, 1985.
2. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ / Под ред. А.Л.Барановского и А.П.Немирко. - М.: Радио и связь, 1993. - 248 с.
3. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. - М.: Медицина, 1974. - 311с.
4. Утямышев Р.И. Радиоэлектронная аппаратура для исследования физиологических процессов. - М.: Энергия, 1969. - 348 с.
5. Грищенко Ю.В. Явление усиления динамического стереотипа пилота при действии комплексных отказов. – Эргономические вопросы безопасности полетов. Киев: КИИГА, 1987, с. 87-91
6. Грищенко Ю.В. Парные полеты как способ анализа явления усиления динамического стереотипа у пилотов // Кибернетика и вычислительная техника. – 2003. – Вып.140. с. 31-34
7. Новожилов Г.В., Неймарк М.С., Цесарский Л.Г. Безопасность полета самолета. Концепция и технология. М.: Машиностроение, 2003,-144 с.
8. Олейник В.Г. Предотвращение авиационных происшествий. Кременчугский летный колледж.-1995г.
9. Справочник инженера по авиационному и радиоэлектронному оборудованию самолетов и вертолетов. Александров В.Г., Базанов Б.И., Майоров А.В. и др. Под ред. В.Г. Александрова – М.: Транспорт, 1978-408 с.
10. Винер Нюрберт. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983-344 с.

11. Грищенко Ю.В. Подготовка пилотов к полетам в особых ситуациях с учетом явления усиления динамического стереотипа // Кибернетика и вычислительная техника. – 2003. – Вып.139. с. 81-85

12.



1-датчики физиологических параметров

2-блок первичной обработки данных

3-блок анализа информации

4-регистратор

5-дисплей

6-память

Рис.1. Структурное построение мониторинга состояния пилота



Рис. 1. Структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления летательным аппаратом

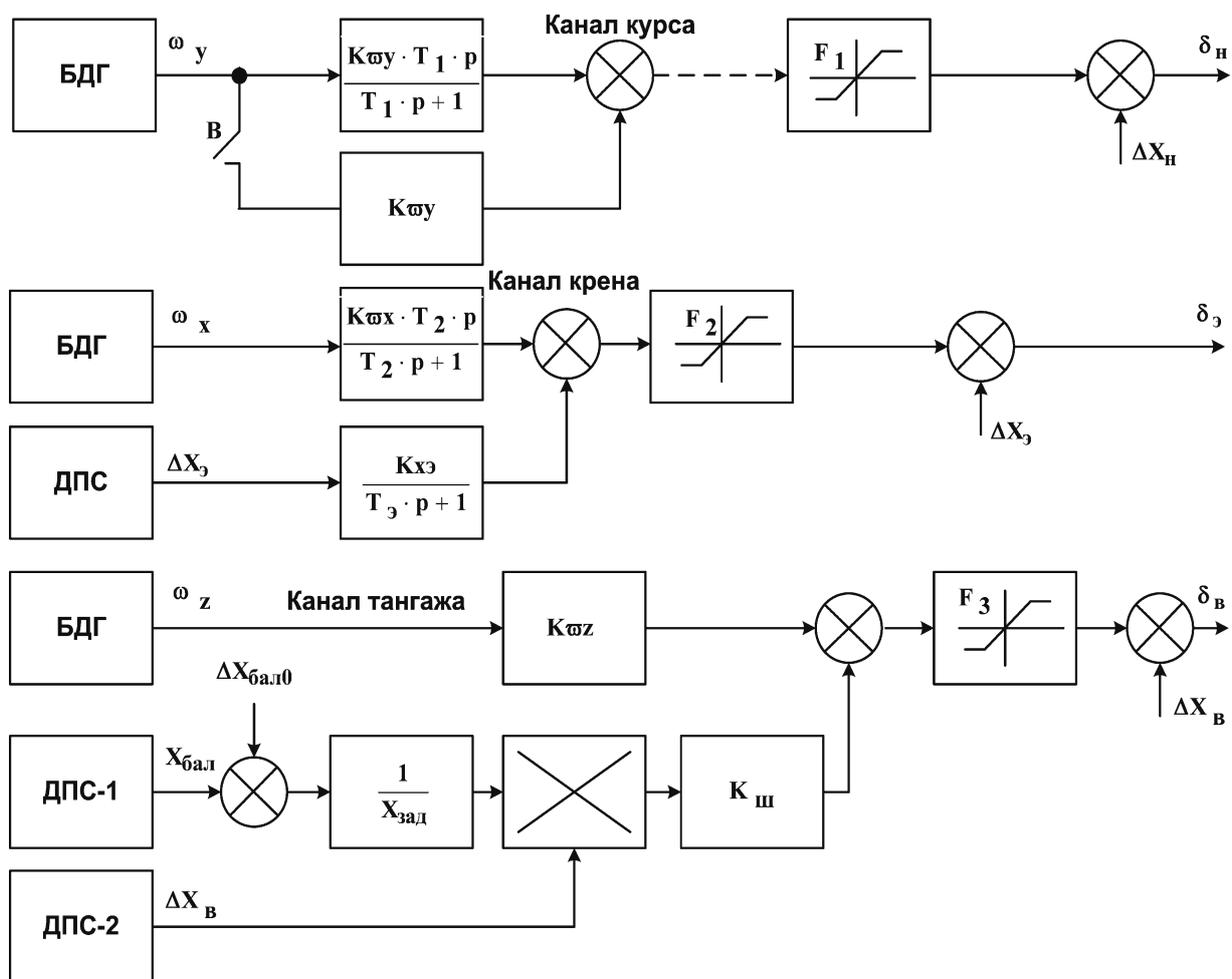


Рис. 3. Структурная схема штурвального управления АБСУ-154:

БДГ – блок демпфирующих гироскопов; ДПС – датчики положения элеронов; ДПС-1, ДПС-2 – датчики положения колонки штурвала; $\omega_y, \omega_x, \omega_z$ – угловые скорости самолета по курсу, крену, тангажу соответственно; $\Delta x_{II}, \Delta x_{\text{э}}, \Delta x_{\text{в}}$ – величины перемещения педалей, элеронов от бустера и отклонения колонки от балансировочного положения (в режиме штурвального управления); $\delta_{\text{н}}, \delta_{\text{э}}, \delta_{\text{в}}$ – углы отклонения руля поворота, элеронов и руля высоты соответственно; $x_{\text{бал}}$ – балансировочное отклонение штурвала; $K_{\omega_y}, K_{\omega_z}, K_{\omega_x}$ – передаточные коэффициенты; В – выключатель (включается в режимах захода на посадку и заданного курса); $\frac{K_{\omega_y} T_1 p}{T_1 p + 1}, K_{\omega_x} \frac{T_2 p}{T_2 p + 1}, \frac{K_{x_{\text{э}}}}{T_3 p + 1}$ – передаточные функции; F_1, F_2, F_3 – усилительные звенья; круг с крестом – суммирующее устройство.