

УДК 616-053-2-036:12-02.613.865

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЛЕТЧИКОВ ВО ВРЕМЯ СМОДЕЛИРОВАННОГО ПОЛЕТА НА ТРЕНАЖЕРЕ

**В.В. Сериков, О.И. Юшкова, В.Е. Богданова, Е.В. Зибарев,
А.Ю. Форверц**

НИИ Медицины труда им. акад. Н.Ф. Измерова, Москва

В статье обсуждаются проблемы динамики функционального состояния организма летчиков в условиях продолжительного полета и во время смоделированного полета на тренажере. По результатам данных непрерывного мониторинга артериального давления и частоты сердечных сокращений установлено, что высоконапряженная работа пилотов является фактором риска развития общесоматической патологии. Чем больше времени находится пилот воздушного судна в полете, тем выше физиологическая «стоимость» работы, что указывает на высочайшую степень их загруженности даже во время тренировочного полета. По мере увеличения длительности рабочей нагрузки наблюдаются признаки развития артериальной гипертензии.

Ключевые слова: функциональное состояние, сердечно-сосудистая система, артериальное давление, пилоты воздушных судов гражданской авиации.

DOI: 10.26456/vtbio127

Введение. Изучение подходов к проблеме обеспечения надежности деятельности летчика является одной из прикладных задач психологии и медицины труда. Совершенствование системы оценки функционального состояния летного состава на основе комплексного подхода является крайне актуальной задачей для современного периода развития авиации. Исследование данной проблемы связано с медико-психологическим сопровождением деятельности, с вопросами оценки функционального состояния, психологической и физиологической устойчивости к экстремальным факторам производственной среды, сбережения здоровья пилотов (Гримак, Пономаренко, 1982, 1983; Ластвичско, Ткаченко, 2009).

Между тем, обзор современной научной литературы, посвященной проблеме изучения функциональной надежности пилотов воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА), позволяет говорить, что методические и концептуальные аспекты исследования функциональных состояний летчиков, разработаны недостаточно, несмотря на высокую социальную и экономическую значимость

вопроса сохранения здоровья, жизненного статуса пилотов. Данные о взаимосвязи интенсивных сенсорных нагрузок и изменений функционального состояния летчиков до, во время и после смоделированного полета на тренажерном комплексе, требуют дальнейшего уточнения.

Согласно имеющимся в науке оценкам причин авиакатастроф, предикторами тяжелых авиакатастроф являются ошибки деятельности летчиков. Среди факторов, снижающих безопасность движения и увеличивающих число ошибок деятельности, ключевыми продолжают оставаться функциональные состояния, психологические особенности работников. Исследование роли функциональных состояний в формировании надежности деятельности позволит разработать конкретные адресные программы коррекции функциональных состояний пилотов с учетом их индивидуальных особенностей и специфики выполняемой работы.

Постоянное совершенствование методов диагностики функционального состояния пилотов в зависимости от условий труда, интенсивности воздействия производственных факторов, психоэмоционального напряжения, имеет важное значение для обеспечения надежности.

Представленные результаты были получены на основании обработки данных исследования, полученных с помощью непрерывного мониторинга физиологических показателей летчиков воздушных судов до, во время и после смоделированного полета.

Цель – изучение динамики функционального состояния пилотов воздушных судов гражданской авиации в условиях смоделированных полетов на тренажерном комплексе и в реальных условиях длительных полетов.

Методика. Производственные исследования на 1 этапе включали проведение в реальных условиях длительного полета (от 8 часов и более) изучение структуры деятельности и выполнение психофизиологических исследований членов усиленного экипажа (2 пилота и инструктор) ВС типа А-310 по маршруту Москва-Владивосток и обратно Владивосток-Москва.

На втором этапе эмпирическое исследование проводилось в институте гражданской авиации в г. Ульяновске на тренажере воздушного судна Boeing 737 – 800. Выборку исследования составили добровольцы – 16 пилотов воздушных судов, мужчины, в возрасте от 30 до 48 лет (средний возраст $39,0 \pm 2,38$). Со стажем работы более 5 лет.

Исследования функционального состояния центральной нервной системы пилотов включали в себя изучение показателей, отражающих восприятие и переработку простой информации (световой и звуковой),

мнестической функции (кратковременной оперативной памяти), функции внимания (концентрации и переключения) и умственную работоспособность (эффективность и надежность).

Результаты непрерывного мониторинга функционального состояния пилотов воздушных судов были получены с помощью прибора суточного мониторинга артериального давления (СМАД) и регистратора BR-102 plus фирмы «SCHILLER» Швейцария. Система СМАД объединяет в себе два метода измерения: аускультативный и осциллометрический, которые используются одновременно. Комбинация двух методов гарантирует получение точных результатов при каждом измерении систолического (САД) и диастолического (ДАД). Помимо этого, с помощью постоянного видеонаблюдения проводилась фиксация всех элементов деятельности пилотов воздушного судна с целью оценки величины сенсорных нагрузок: перед, во время и после смоделированного полета. Проводился тщательный хронометраж деятельности летчиков во время смоделированного полета на тренажерном комплексе воздушного судна Boeing-737-800.

Математико-статистические расчеты производились с использованием компьютерных программ SPSS 20.

Результаты и обсуждение. В условиях широкого внедрения электронной и компьютерной техники в кабинах самолетов нового типа (в частности А-310), существенно увеличивается доля нервно-напряженного труда пилотов. В условиях длительных полетов (более 8 часов) трудовая деятельность членов усиленного экипажа воздушных судов характеризуется высоким уровнем общей занятости (90-95% от продолжительности рабочего времени). Оценка нервно-психических нагрузок, которые оказывают определенное влияние на функциональное состояние организма работников, выявила более низкий уровень интеллектуальных нагрузок у вторых пилотов по сравнению с командиром и инструктором (отсутствие эвристической творческой деятельности, распределения заданий другим лицам, комплексной оценки производственного процесса). Большой поток постоянных, многочисленных информационных сигналов (световых, звуковых, цифровых и т.д.), идущих от дисплеев и средств отображения информации формируют высокий уровень сенсорных нагрузок членов усиленного экипажа: командира, 2-го пилота, инструктора, что позволяет отнести их труд по величине сенсорных нагрузок к 3 классу 2 степени вредности и опасности (табл. 1).

Результаты исследований функционального состояния ЦНС по данным хронорефлексометрии, представленные в табл. 2, показали, что величина латентного периода на световой и звуковой раздражители после выполнения длительных полетов изменяется

незначительно – в пределах 2,6-8,2% (6,0-20,9 мс) от исходных до полетных значений. При этом указанные изменения статистически не достоверны ($P > 0,05$). Однако, обращают на себя внимание данные латентного периода зрительно- и слухомоторных реакций в послеполетные периоды.

Таблица 1
Оценка класса условий труда членов усиленного экипажа воздушных судов в процессе продолжительных полетов по показателям сенсорных нагрузок (в соответствии с Р 2.2.2006-05)

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда		
	Командир	2-й пилот	Инструктор
Сенсорные нагрузки			
Длительность сосредоточенного наблюдения (в % от времени смены)	3.1 (51-75)	3.1 (51-75)	3.1 (51-75)
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за ч. работы	3.1 (176-300)	3.1 (76-300)	3.1 (176-300)
Число производственных объектов одновременного наблюдения	3.2 более 25	3.2 более 25	3.2 более 25
Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	2 5-1,1 мм - более 50% смены	2 5-1,1 мм - более 50% смены	2 5-1,1 мм - более 50% смены
Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	1 (до 25)	1 (до 25)	1 (до 25)
Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов за смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации;	3.1 (3-4)	3.1 (3-4)	3.1 (3-4)
Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	2 Разборчивость слов и сигналов от 90 % до 70%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	2 Разборчивость слов и сигналов от 90 % до 70%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	2 Разборчивость слов и сигналов от 90 % до 70%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	1 (до 16)	1 (до 16)	1 (до 16)
Количество показателей по классам			
1 класс	2	2	2
2 класс	2	2	2
3.1 класс	3	3	3
3.2 класс	1	1	1
Итоговая оценка, класс	3.2	3.2	3.2

Таблица 2

Изменение латентного периода сенсо-моторных реакций у членов усиленного экипажа при длительных полетах (мс, $M \pm m$)

Вид реакции	Показатели	Рейс Москва-Владивосток		Рейс Владивосток-Москва	
		до полета (1)	после полета (2)	до полета (3)	после полета (4)
Зрительно-моторная	M	255,8	276,7	237,8	231,8
	$\pm m$	8,26	17,29	11,0	17,65
	% изм.	-	8,2	-	2,6
	P	-	> 0,05	-	> 0,05
	$P_{2,4}$	-	-	-	< 0,05
Слухо-моторная	M	242,3	235,2	214,3	205,2
	$\pm m$	13,04	9,77	7,06	7,05
	% изм.	-	2,9	-	4,2
	P	-	> 0,05	-	> 0,05
	$P_{2,4}$	-	-	-	< 0,05

По прибытии из Москвы во Владивосток скрытое время реакции достоверно выше на 44,9 мс на свет и 30 мс на звук по сравнению с данными прибытия в Москву из Владивостока ($P < 0,05$). Отмеченное указывает на то, что полет из Москвы во Владивосток, осуществляющийся в большей степени в вечернее и ночное время суток более утомителен, нежели полет в дневное время. Следует также отметить, что ни один из членов экипажа не допустил ошибок, т.е. не оставил без ответа подаваемые в процессе исследований световые или звуковые сигналы, что указывает на высокую концентрацию их внимания, столь необходимую для выполнения профессиональной деятельности.

Полученные результаты, свидетельствуют о том, что высокие нагрузки на высшие отделы ЦНС членов усиленного экипажа ведут к повышенным требованиям к подвижности нервных процессов и скорости реакций, к более сложному взаимодействию анализаторов и напряжению внимания и, следовательно, преобладанию процессов возбуждения над торможением.

Изучение динамических психофизиологических признаков членов экипажей воздушных судов позволило выявить особенности формирования функционального состояния. В начале работы у пилотов, труд которых характеризуется выраженной нервно-эмоциональной напряженностью труда, формируется состояние напряжения. Оно характеризуется высокими уровнями активности основных функций ЦНС. Так, эффективность концентрации внимания

(по объему воспринимаемой информации) составляла до работы $1,46 \pm 0,07$ бит/сек. (табл. 3). В то время как у операторов с незначительными рабочими нагрузками этот показатель обычно составляет $1,26 \pm 0,06$ бит/сек. Достаточно высокими были уровни таких показателей функции внимания, как стабильность и надежность.

Уровень стабильности функций определялся нами по величине коэффициента вариативности (С %) регистрируемых показателей. Более низкий уровень величины вариативности или изменчивости показателей указывает на более высокий уровень стабильности этих функций. В таблице представлены показатели выполнения тестовой нагрузки на внимание у летного состава ОАО «Аэрофлот». Коэффициент вариативности до полета, т.е. в начале работы составлял 18%, что укладывается в нормативные значения.

Таблица 3

Результаты оценки функции внимания по объему воспринимаемой информации у летного состава ОАО «Аэрофлот»

Показатель	Статистический показатель	Москва-Владивосток			Владивосток- Москва		
		до полета (1)	после полета (2)	средний уровень (3)	до полета (4)	после полета (5)	средний уровень (6)
Эффективность	М	1,46	1,29	1,38	1,32	1,24	1,28
	$\pm m$	0,07	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03
	%	100	88,4	-	100	93,9	-
	Коэффициент вариативности «С»	18	13	12	11	15	10
	$P_{1-2,1-5}$	-	< 0,05	-	-	< 0,05	-
	P_{3-6}	-	-	-	-	-	< 0,05
Надежность	М	9,75	8,25	9,0	7,50	8,12	7,81
	$\pm m$	1,21	1,46	1,14	0,81	1,15	0,48
	%	100	84,6	-	100	108,3	-

Основными критериями надежной деятельности человека в процессе труда является безошибочная и безотказная его работа, которая исключает возможность возникновения аварийных ситуаций. Надежная деятельность человека зависит в значительной степени от функционального состояния организма человека. Нами для количественной оценки состояния надежности каждой функции использованы результаты совершенных ошибок при проведении соответствующего тестирования. Малое число совершенных ошибочных действий указывает на высокий уровень надежности изучаемых функций. Как видно из таблицы, показатель надежности функции внимания в начале работы достаточно высокий, т.к.

количество совершенных ошибок составляет $9,75 \pm 1,21$ вместо нормативного значения $18,3 \pm 4,5$.

Анализ результатов оценки функции внимания у членов экипажа воздушных судов в период длительных полетов выявил отрицательную динамику показателей. Отмечается статистически достоверное снижение на 11,6% эффективности концентрации внимания после полета Москва-Владивосток. При этом надежность и стабильность функции практически не изменилась. Полученные изменения можно трактовать как состояние утомления. Профессор В.А. Бодров, анализируя проблему утомления летного состава, так определяет состояние утомления – это такое функциональное состояние летчика (штурмана, бортинженера и др.), которое возникает в результате интенсивной или (и) длительной нагрузки в процессе полетов, наземной подготовки или других видов деятельности и проявляется во временном нарушении ряда функций организма (Бодров, 1987, 1988).

Исследование показателей эффективности внимания у пилотов после межполетного отдыха, который составлял 24 часа, выявило отсутствие восстановления показателей. Исходный уровень концентрации внимания составил $1,32 \pm 0,04$ бит/сек., в то время как до полета, в Москве – $1,46 \pm 0,07$ бит/сек. Нарастание отрицательной динамики показателей наблюдалось в течение всего длительного полета и особенно наглядно проявилось в значениях эффективности внимания после полета Владивосток-Москва. В этом случае величина концентрации внимания достигла $1,24 \pm 0,05$ бит/сек., т.е. на 15,1% статистически достоверно снизилась по сравнению с первоначальным уровнем в Москве. Сравнение средних уровней концентрации внимания у обследованных членов экипажа воздушных судов следующих по маршруту Владивосток-Москва выявило более низкие значения в отличие от маршрута Москва-Владивосток. Они составили в первом случае $1,28 \pm 0,03$ бит/сек., во втором – $1,38 \pm 0,03$ бит/сек. Различия между величинами статистически значимы.

Надежность функции внимания у пилотов также снизилась в период выполнения полета по маршруту Владивосток-Москва. Показатель совершенных ошибок возрастает с $7,5 \pm 0,81$ до $8,12 \pm 1,15$, что свидетельствует о низком уровне надежности концентрации внимания. Показатели стабильности функции внимания колеблются в пределах физиологической нормы – $15,6 \pm 2,9$. Иными словами, развитие утомления находит отражение в нарушении функции внимания, в наибольшей степени страдает такая характеристика функции, как эффективность. Межполетный отдых не приводит к восстановлению функции. Следует подчеркнуть, что именно

профессионально значимая для летчиков функция внимания снижается на протяжении всего периода летной деятельности. Имеет место накопление отрицательных сдвигов, т.е. кумуляция утомления и формирование такого состояния, как переутомление.

Анализ результатов изучения функции кратковременной памяти (мнестической) по трем характеристикам – эффективность, стабильность, надежность, выявил высокий исходный уровень показателей. Эффективность мнестической функции по количеству запоминаемых чисел составила $8,71 \pm 0,28$, при физиологической норме этого показателя $6,73 \pm 0,48$. Стабильность функции равнялась 12%, надежность $1,85 \pm 0,31$, в то время как нормативные уровни имеют более низкие показатели.

Исследование мнестической функции в динамике длительных полетов выявило нарушение надежности. При этом количество совершенных ошибок статистически достоверно возрастает к концу работы в первом рейсе на 71,3% и во втором рейсе на 40,0%. Межполетный отдых не приводит к восстановлению показателей. Показатели эффективности и стабильности кратковременной памяти существенно не изменяются в динамике длительных полетов. Однако, выраженная отрицательная динамика надежности мнестической функции свидетельствует о нарушении этой профессиональной функции на протяжении длительных полетов и развитии состояния утомления и переутомления.

В условиях смоделированного полета на тренажерном комплексе полученные результаты исследования позволяют говорить о подтверждении выдвинутой нами гипотезы о наличии существенных различий в показателях функционального состояния сердечно-сосудистой системы летчиков. Обобщая вышеизложенные хронометражные данные можно констатировать, что период рабочего времени, в течение которого летчики ВС выполняют свои профессиональные обязанности приходится на ночное время и на ранние утренние часы суток. Согласно «Трудовому кодексу Российской Федерации» от 30.12.2001 №197 ФЗ ст.96 ко времени ночной смены относится период с 22:00 до 06:00.

Высоконапряженная работа пилотов в эти часы существенно и негативно отражается на функциональном состоянии их организма, в частности на выраженном смещении естественного суточного биологического ритма. Это подтверждается уровнями систолического давления (в ночную смену $145,51 \pm 3,65$, дневную $132,13 \pm 2,95$ мм рт.ст.) и диастолического давления (в ночную смену $107,31 \pm 3,65$, дневную $97,56 \pm 2,61$ мм рт.ст.). Показатели частоты сердечных сокращений в течение всего рабочего времени значительно превышают

физиологические нормы рабочего напряжения (в ночную смену $99,25 \pm 3,65$, дневную $95,37 \pm 2,92$ мм рт.ст.). Средние значения показателей артериального давления и ЧСС летчиков в течение ночного и дневного полетов различаются на достоверном уровне (программа математической статистики SPSS 20). Полученные данные указывают на состояние перенапряжения организма пилотов в динамике всего периода их обследования.

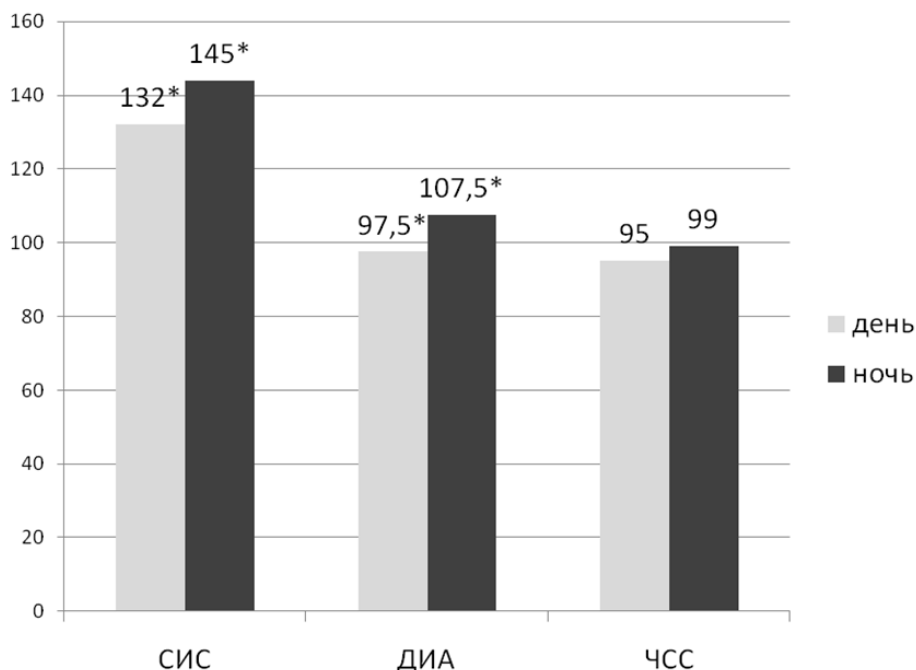


Рис. 1. Средние значения показателей АД летчиков в дневные и ночные полеты на тренажерном комплексе Boeing-737-800:

* $p \leq 0,05$. СИС – систолическое артериальное давление; ДИА – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений

На рис. 1 представлены достоверные, значимые различия показателей АД летчиков в течение суток при дневном и ночном полете на тренажерном комплексе воздушного судна Boeing-737-800. Анализ данных непрерывного мониторинга показателей артериального давления позволяет говорить следующее: у летчиков в ночном полете не происходит закономерного спада систолического и диастолического давления. Это может свидетельствовать о том, что полет в ночное время суток затрагивает все резервные функции организма. Организм пилотов работает максимально напряженно как в дневное, так и в ночное время суток, при этом, показатели АД во время ночного полета не только не снижаются, а значительно увеличиваются, так как происходит максимальная активация

психофизиологических ресурсов летчика, что повышает физиологическую «стоимость» работы.

Поскольку летчики работают с большими сенсорными перегрузками по ряду показателей, - выявленные в ходе исследования сдвиги функциональных систем организма пилотов могут привести к формированию перенапряжения, а также заболеваниям сердечно-сосудистой системы, связанным с работой. Систематическое и длительное нарушение временной координации функциональных систем организма может привести к особой форме хронопатологии – десинхронозу (Заславская, 1991, 1996; Поляков, 2006; Ластвичско, Ткаченко, 2009).

Представляло определенный интерес изучение почасовой динамики изменений показателей артериального давления в зависимости от рабочей нагрузки летчиков: взлет, вертикальный полет, посадка (рис.2).

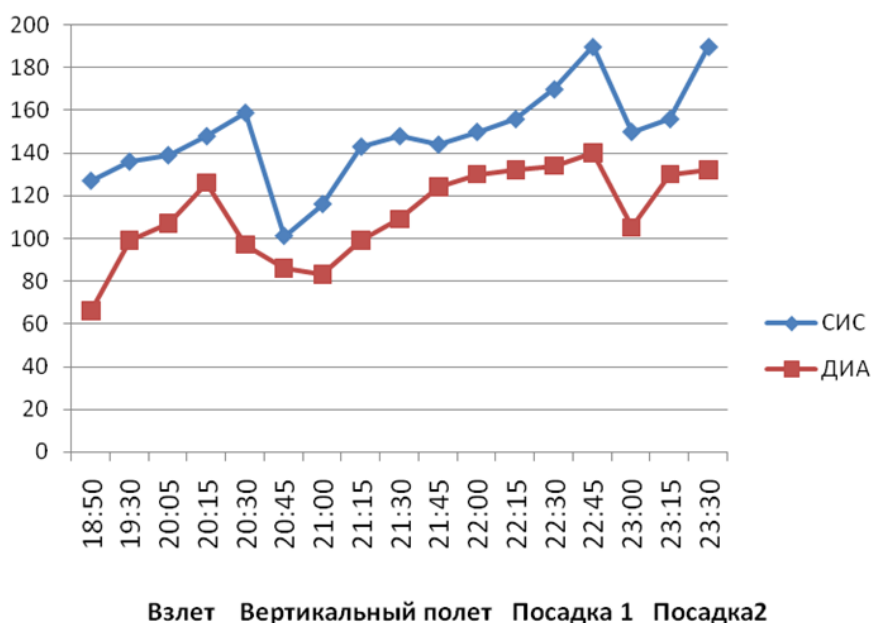


Рис. 2. Почасовая динамика показателей артериального давления у летчиков при отработке полетного задания на тренажере (средние значения показателей АД для группы из 16 испытуемых)

По плану отработки полетного задания на тренажере Boeing-737-800 предусматривалась посадка самолета с заходом на второй круг, что вносило дополнительные трудности и значительно усложняло выполнение трудовой деятельности. На представленном рисунке 2 видна четкая зависимость показателей артериального давления летчиков в зависимости от рабочей нагрузки.

Почасовая динамика показателей частоты сердечных сокращений летчиков представлена на рис. 3. Видно, что показатели частоты сердечных сокращений возрастают при увеличении длительности рабочего времени и трудовой нагрузки, при этом наблюдаются различия в показателях ЧСС при взлете и посадке воздушного судна. Следует отметить, что показатели частоты сердечных сокращений при заходе на посадку значительно выше, чем при взлете.

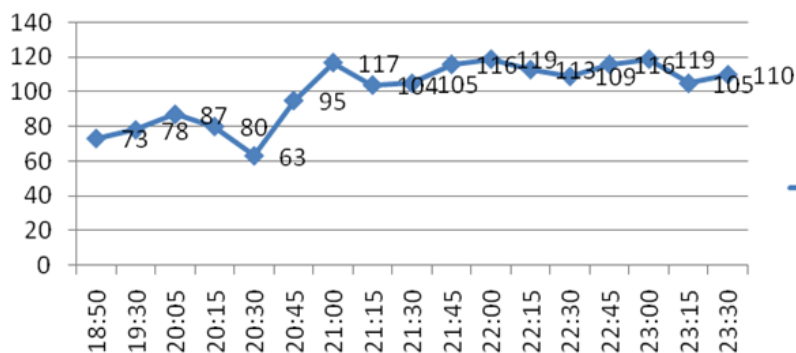


Рис. 3. Почасовая динамика показателей ЧСС летчиков (средние значения ЧСС в группе из 16 обследованных) при отработке полетного задания на тренажере

Это указывает на более высокие психофизиологические затраты организма и более выраженные нервно-эмоциональные нагрузки пилотов во время захода на посадку. Индивидуальный анализ динамики показателей сердечно-сосудистой системы выявил два типа реакции на трудовую нагрузку. У одной подгруппы обследованных по мере увеличения времени полета показатели АД и ЧСС снижались и приближались к нормальным, типичным для большинства здоровых людей изменениям; во второй подгруппе пилотов были зафиксированы признаки развития гипертонии.

Корреляционный анализ показателей систолического и диастолического артериального давления и длительности рабочей смены показал положительную взаимосвязь рабочего времени с показателями артериального давления ($R=0,773-0,810$; при $p \leq 0,001$), что указывает на прямую взаимосвязь показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы летчиков и длительности выполняемой ими рабочей нагрузки.

Известно, что при продолжительном воздействии чрезмерных нагрузок, характерных для летного труда, и отсутствии условий для полного устранения функциональных нарушений развивается явление переутомления. Недостаточная продолжительность межполетного отдыха (24 часа вместо требуемых не менее 30 часов) приводит к

формированию переутомления.

Как указывает В.А. Бодров, переутомление у лиц летного состава развивается в результате многократного воздействия интенсивных нагрузок (длительные, напряженные полеты, интенсивная летная нагрузка) на фоне измененного функционального состояния организма под воздействием неблагоприятных факторов, связанных с организацией и условиями летной деятельности (Бодров, 1987, 1988). Усугубляющим фактором, играющим роль в формировании переутомления, является нарушение нормальных суточных биоритмов человека. Субъективно пилоты чувствуют ухудшение самочувствия, нарушение сна. Проведенный нами анкетный опрос выявил нарушение засыпания, бессонницу. Выявленные нарушения требуют организации достаточного межполетного отдыха и строгого соблюдения его продолжительности, а также коррекции функционального состояния работающих.

Выводы. 1. Профессиональная деятельность членов усиленного экипажа воздушных судов в условиях длительных полетов (более 8 часов) характеризуется высоким уровнем общей занятости (90-95% от продолжительности рабочего времени) и сопровождается выраженными нервно-психическими нагрузками, что позволяет отнести их труд по уровню ведущих сенсорных нагрузок к 3 классу 2 степени вредности и опасности.

2. Работа пилотов в состоянии перенапряжения при длительных полетах приводит к снижению умственной работоспособности. В течение рейса Москва-Владивосток развивается состояние утомления, на что указывает отрицательная динамика снижения показателей эффективности и стабильности ведущих функций, таких как внимание, память и т.д. В последующем, после рейса Владивосток-Москва, отмечается накопление отрицательных сдвигов, что свидетельствует о развитии переутомления у членов усиленного экипажа.

3. Выявлена во время смоделированного полета на тренажере зависимость между временем нахождения пилота воздушного судна в полете и расходом физиологических резервов организма. Согласно анализу данных физиологических показателей (АДс, АДд; ЧСС), во время полета индикаторы данных переменных у некоторых летчиков приближались к параметрам гипертонического криза, что указывает на высочайшую степень напряженности во время тренировочного полета.

4. Установлено, что высоконапряженная работа пилотов является причиной формирования неблагоприятного состояния организма у летчиков, – смещения естественного суточного биологического ритма. Это, в свою очередь, может привести к развитию десинхроноза, гипертензивным реакциям, снижению функциональных резервов

физиологических систем, и в итоге, стать фактором риска развития общесоматической патологии.

5. Результаты исследований будут использованы для совершенствования системы диагностики функционального состояния пилотов в зависимости от условий труда, интенсивности воздействия факторов трудового процесса, психоэмоционального напряжения.

Список литературы

- Бодров В.А.* 1987. Работоспособность оператора и пути ее повышения // Психологический журнал. № 4. С. 107-117.
- Бодров В.А.* 1988. Проблемы утомления летного состава (понятие, причины, признаки, классификация) // Физиология человека. № 5. С. 835-843.
- Гримак Л.П., Пономаренко В.А.* 1982. Психические состояния и надежность деятельности оператора // Вопросы кибернетики: Эффективность деятельности оператора. М.: Наука. С. 145-156.
- Гримак Л.П., Звонников В.М., Скрыпников А.И.* 1983. Психическая саморегуляция в деятельности человека-оператора // Вопросы кибернетики. Психические состояния и эффективность деятельности. М.: Наука. С. 150-167.
- Заславская Р.М.* 1991. Хронодиагностика и хронотерапия заболеваний сердечно-сосудистой системы. М.: Медицина. 320 с.
- Заславская Р.М.* 1996. Суточные ритмы гемокоагуляции и их коррекция у больных декомпенсированными пороками сердца // Врач. № 8. С. 12-14.
- Ластвическо Б.Б., Ткаченко О.У.* 2009. Нарушения фазовой структуры суточных биоритмов у операторов при сменном труде // Український журнал з проблем медицини праці. Т. 3. С. 46-51.
- Поляков В.Я.* 2006. Особенности суточного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертонией в условиях Севера // Клиническая медицина. № 5. С. 34-37.
- Цфасман А.З., Алтаев Д.В.* 2011. Циркадная ритмика артериального давления при измененном суточном ритме жизни. М.: Репроцентр М. 144 с.
- Palatini P., Penzo M., Racioppa A.* 1992. Clinical relevance of nighttime blood pressure and of daytime blood pressure variability // Arch. Int. Med. V. 152(9). P. 1855-1860.
- Ikeda T., Matsubara T., Sato Y.* 1993. Circadian blood pressure variation in diabetic patients with autonomic neuropathy // J. Hypertens. V. 11. P. 521-529.
- Kazuomi K., Takefumi M., Hiroko K.* 1996. Nocturnal fall of blood pressure and silent cerebrovascular damage in elderly hypertensive patients // Hypertens. V. 27. P. 130-135.

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE PILOT ORGANISM DURING THE SIMULATED FLIGHT ON THE SIMULATOR

V.V. Serikov, O. I. Yushkova, V.E. Bogdanova, E.V. Zibarev, A.Yu. Forwerts

Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow

The article discusses the problems of the dynamics of the functional state of the body of pilots in the conditions of a long flight and during a simulated flight on a simulator. The results of continuous monitoring of blood pressure and heart rate revealed that the highly stressed work of pilots is a risk factor for the development of somatic pathology. The longer the flight time of an aircraft pilot, the higher the physiological "cost" of work, which indicates the highest degree of their workload even during a training flight. As the duration of the workload increases, signs of the development of arterial hypertension are observed.

Keywords: *functional state, cardiovascular system, arterial pressure, pilots of civil aircraft.*

Об авторах:

СЕРИКОВ Василий Васильевич – заведующий лабораторией физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБНУ «НИИ Медицины труда акад. Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, пр. Буденного, 31, e-mail: vasilii_serikov@mail.ru.

ЮШКОВА Ольга Игоревна – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБНУ «НИИ Медицины труда акад. Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, пр. Буденного, 31, профессор НИТУ «МИСиС», e-mail: doktorolga@inbox.ru.

БОГДАНОВА Валентина Евгеньевна – научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБНУ «НИИ Медицины труда акад. Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, пр. Буденного, 31.

ЗИБАРЕВ Евгений Владимирович – кандидат медицинских наук заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «НИИ Медицины труда акад. Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, пр. Буденного, 31, e-mail: zibarevevgeny@gmail.com.

ФОРВЕРЦ Агния Юрьевна – аспирант лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ Медицины труда акад. Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, пр. Буденного, 31.

Сериков В.В. Оценка функционального состояния организма летчиков во время смоделированного полета на тренажере / В.В. Сериков, О.И. Юшкова, В.Е. Богданова, Е.В. Зибарев, А.Ю. Форверц // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2020. № 1(57). С. 17-30.