



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ЮЖНО–УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО–ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)  
Высшая школа физической культуры и спорта  
Кафедра безопасности жизнедеятельности и медико–  
биологических дисциплин

---

**Ю.Г. Камскова, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова**

**МЕДИКО–БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

**УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА**

**Челябинск  
2023**

УДК 613.72 (021)  
ББК 75.09я73  
К 18

Рецензент:

докт. биол. наук, профессор Д. А. Дятлов

**Камскова Юлиана Германовна**

К 18 Медико–биологические основы восстановления спортсменов : учебно–методическое пособие для студентов высшей школы физической культуры и спорта / Ю.Г. Камскова, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова. – Челябинск: Изд–во ЗАО «Библиотека А. Миллера» – 116 с.

ISBN 978-5-93162-629-1

Учебно–методическое пособие по дисциплине «Медико–биологические основы восстановления спортсменов» ставит своей целью создать у студентов Высшей школы ФКиС теоретически обоснованный алгоритм полного и качественного восстановления спортсменов после тренировочных и соревновательных нагрузок, что необходимо в практике спорта на пути повышения спортивного мастерства без срыва адаптационных резервов организма спортсменов при достижении ими высоких спортивных результатов.

Пособие адресовано специалистам физической культуры, студентам высшей школы физической культуры и спорта, а также представленные материалы могут быть интересны специалистам в области спортивной медицины.

Учебно–методическое пособие подготовлено при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «МГПУ им. М.Е. Евсевьева», регистрационный номер заявки № МК–61–2023/2 от 04.05.2023 г. и ФГБОУ ВО «ШГПУ», регистрационный номер заявки № ШК–10–2023/1 от 20.04.2023 г.

УДК 613.72 (021)  
ББК 75.09я73

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	4
1 КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ .....	5
2 ПОНЯТИЕ О ПСИХИЧЕСКОМ, НЕЙРОДИНАМИЧЕСКОМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТАХ .....	8
3 СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНА .....	14
4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ВИДЫ .....	26
5 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ .....	56
6 ПОНЯТИЕ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ СПОРТСМЕНОВ .....	63
7 СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНА .....	67
8 ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ И СТАТОКИНЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА .....	74
9 БИОХИМИЯ УТОМЛЕНИЯ .....	94
10 БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ..	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	111

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Медико–биологические основы восстановления спортсменов» относится к модулю части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавр). Дисциплина является дисциплиной по выбору.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа.

1.3 Изучение дисциплины «Медико–биологические основы восстановления спортсменов» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Возрастная анатомия, физиология и гигиена», «Медико–биологический контроль в физическом воспитании и спорте».

1.4 Дисциплина «Медико–биологические основы восстановления спортсменов» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин: «Лечебная физическая культура и массаж», «Медико–биологические технологии в спорте», «Медико–биологические технологии в физическом воспитании».

1.5 Цель изучения дисциплины: формирование у студентов представлений о медико–биологических основах восстановления спортсменов.

1.6 Задачи дисциплины:

1) Изучить основные понятия дисциплины «Медико–биологические основы восстановления спортсменов».

2) Изучить методики восстановления спортсменов.

3) Ознакомить с медико–биологическими средствами восстановления в тренировочном процессе.

4) Ознакомить с практическими способами применения медико–биологических средств восстановления в системе спортивной тренировки.

# 1 КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

**Комплексный контроль** является вершиной изучения медико–биологических наук (анатомии, общей физиологии, физиология спорта, биохимии, биомеханики). Именно комплексный контроль позволяет оценить функционирование все функциональных систем как единое целое.

**Медико–биологический контроль** – это совокупность организованных мероприятий, осуществляемых специалистами различного профиля (педагогами, психологами, физиологами, врачами) для получения информации о текущем состоянии спортсмена.

**Теоретической основой медико–биологического контроля** является учение П.К. Анохина. Согласно П.К. Анохину, человеческий организм состоит из функциональных систем: нервной, сердечнососудистой, двигательной, системы крови, пищеварительной, эндокринной, выделения, сенсорных систем (зрительной, слуховой, вестибулярной).

**Функциональная система** – это замкнутый контур автоматической регуляции поведения с постоянной сигнализацией о результатах действия для получения определенного приспособительного эффекта, необходимого в данный момент в интересах целостного организма.

В спорте все эти системы связаны и направлены на достижение **максимального спортивного результата**:

- ЦНС обеспечивает управление на 1–ом этапе (запускает работу сердечно–сосудистой системы, системы движения);
- эндокринная система помогает на 2–ом этапе;
- усиливает работу ССС и системы движения;
- сенсорные системы участвуют и корректируют организацию движений и ориентирование в пространстве.

В физиологии спорта все эти системы объединены в четыре основные компонента: **психический и нейродинамический**

(компоненты управления), энергетический и двигательный (компоненты исполнения). Данные компоненты в оценке функционального состояния функциональной подготовленности предложены профессором МОГАФК В.С. Фоминым в 1985 г. **Согласно В.С. Фомину, именно согласованная функция всех этих компонентов и определяет спортивную форму и состояние здоровья в целом.**

В соответствии с концепцией П.К. Анохина системного подхода (1975), любая функциональная система направлена на **достижение конечного полезного результата.**

Функциональная система представляет собой сложное взаимодействие психического, нейродинамического, энергетического, двигательного компонентов спортивной деятельности, организуемое корой головного мозга и направленное на достижение спортивного результата (В.С. Фомин, 1984).

Исходя из изложенного, функциональную подготовленность спортсмена следует оценивать через призму согласованности всех компонентов в целом (В.С. Фомин, 1985, 1997), используя комплексный контроль, т.е. исследование всех 4-х компонентов функциональной системы

Следовательно, комплексный контроль направлен на получение информации о текущем функциональном состоянии и физической подготовленности спортсмена. Предусматривает исследование одновременно всех четырех компонентов с целью выявления реакции организма в целом на тренировочные и соревновательные нагрузки.

### **Виды комплексного контроля**

В зависимости от **периода времени** проведения комплексного контроля различают:

– **этапный** контроль, который позволяет выявить ФС изменения в и ФП за продолжительное время;

– **текущий** контроль, который позволяет выявить изменения (ЖЕЛ, МОК, МПК) за менее продолжительное время (микроцикл);

– **оперативный** контроль, который позволяет в изменения за вчерашнюю или сегодняшнюю тренировку (АД, ЧСС, молочная кислота, КД).

### **Контрольные вопросы по разделу 1**

1. Что входит в понятие медико–биологический контроль?
2. Дать определение функциональной системе.
3. Дать определение комплексному контролю.
4. Перечислить виды комплексного контроля.

## 2 ПОНЯТИЕ О ПСИХИЧЕСКОМ, НЕЙРОДИНАМИЧЕСКОМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТАХ

### Понятие о психическом компоненте

Под психическим компонентом понимают:

- **мотивацию** на спортивный результат и психоэмоциональное состояние спортсмена;
- **память** т.е. способность запоминать и применять необходимые технико–тактические приемы в тренировочном и соревновательном упражнениях и в спортивной деятельности;
- **волю**, т.е. способность сознательно преодолевать утомление, боль, безусловные рефлексы с целью достижения конечного спортивного результата;
- **внимание** и его **переключение**, способность видеть, как можно большее число игроков и длительно удерживать их в поле зрения для совершения анализа и прогнозирования ситуаций на игровом поле;
- **мышление**, т.е. умение анализировать ситуацию (игровую, дистанционную, ранговую и т.п.) и прогнозировать действия (на поле, на ринге), быстро вносить коррекцию в свои действия.

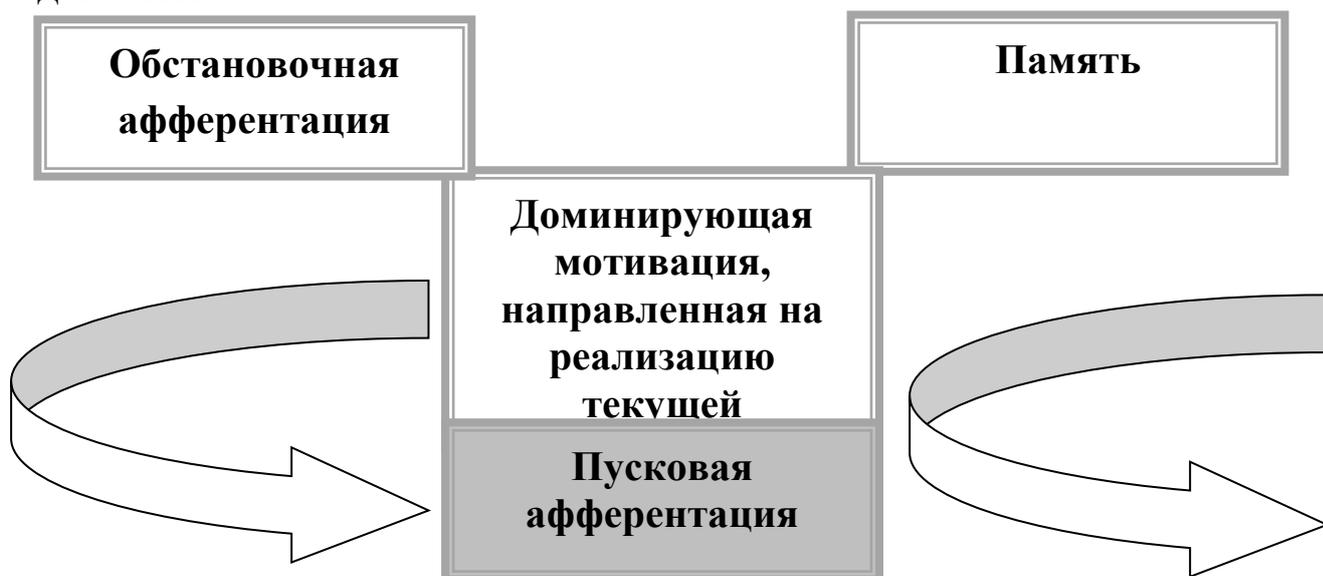


Рисунок 1 – Психологический поведенческий акт

## **Методы исследования психического компонента**

**Психоэмоциональное состояние** исследуют с помощью бланковой методики САН, позволяющей исследовать самочувствие, настроение, активность и ситуативную тревожность по Спилбергеру, отражающей состояние астенизации (снижение функций) нервной системы на фоне утомления, переутомления или заболевания.

**Память** исследуют оперативную слуховую и зрительную. Оперативную зрительную память исследуют бланковым методом, а оперативную слуховую – путем устного запоминания произносимых слов.

**Оперативное мышление** удобно исследовать с помощью бланкового опросника Найдифера и компьютерного теста «Логическое мышление», в котором надо учитывать не только правильность мышления, но и быстроту ответов.

**Психический компонент**, хотя и косвенно, но позволяет судить о функциональном состоянии нервной системы, через которое проявляются указанные психические функции.

**Внимание** и его **переключение** можно исследовать с помощью бланкового метода по таблице Анфимова и с помощью компьютерной методики по красно–черной таблице Шульте–Платонова.

## **Понятие о нейродинамическом компоненте**

**Под нейродинамическим компонентом** понимают оценку состояния регулирующих систем, а именно ЦНС и ВНС. О функциональном состоянии ЦНС судят по возбудимости, лабильности, устойчивости функционирования нервной системы и статокINETической устойчивости.

## **Методы исследования нейродинамического компонента**

**Возбудимость** нервной системы определяют с помощью сенсомоторной реакции на простые и сложные двигательные реакции в ответ на зрительные, вестибулярные раздражители или их комплекс. Исследования проводятся с использованием

психофизиологического комплекса «Психотест» путем исследования ПЗМР (простой зрительно–моторной реакции) [4].

**Лабильность или функциональная подвижность** нервных процессов характеризует быстроту смены возбуждения и торможения, проявляется в быстроте технико–тактической перестройки, высоком темпе движений. Исследуется на приборе «Психотест» по критической частоте различия и слияния световых мельканий (КЧРСМ) и (КЧССМ).

**Статическая и статокинетическая** устойчивость или чувство равновесия в сочетании со зрительным контролем лежит в основе ориентировки человека в пространстве. Во многом зависит от функционального состояния ЦНС и специальной тренированности. Исследуется с помощью различных вестибулярных тестов: поза Ромберга, ходьба пятка к носку, тест Фукудо, Воячека и др.

**Устойчивость функциональной системы** или выносливость определяется ее способностью поддерживать (сохранять) высокую работоспособность длительное время, а также противодействовать влиянию сильных раздражителей. Исследуется с помощью стандартных физических нагрузок, до и после которых исследуют ПЗМР и КЧСМ. УФНС особенно необходима в спортивных играх и противоборствах.

**Вегетативная нервная система.** От ее функционального состояния зависят вработывание, состояние оптимальной работоспособности, утомление, восстановление. Исследуется с помощью опросников–бланков, ортостатической пробы (объективный метод), вегетативного индекса Кердо, вариационной пульсометрии по Р. М. Баевскому и других методов. По согласованной работе симпатического и парасимпатического отделов ВНС можно судить о тренированности, утомлении и переутомлении спортсмена.

## **Понятие об энергетическом компоненте**

Под энергетическим компонентом понимают аэробный и анаэробный механизмы энергообеспечения мышечной деятельности.

**Аэробный механизм** энергообеспечения осуществляется с участием кислорода. Об аэробных возможностях организма судят по МПК (максимальному потреблению кислорода), которое в лабораторных условиях определяется по ЧСС и мощности тестируемой нагрузки.

Существуют и более простые и легкие тесты, такие как проба Руфье, индекса восстановления (МТ–тест), пульсовой стоимости восстановления (ПСВ).

Анаэробный механизм энергообеспечения осуществляется за счет системы АТФ–КФ, которой хватает на 5–6 с работы, и лактатной, которой хватает до 2–х минут работы. Исследуется с помощью кратковременной работы в максимальной зоне мощности с расчетом кислородного долга, по величине которого и судят об анаэробных возможностях организма.

## **Понятие о двигательном компоненте**

Под двигательным компонентом понимают основные двигательные качества: силу, быстроту, гибкость, ловкость, скоростно–силовые способности.

Наиболее простым методом исследования двигательных качеств является методика профессора Ю.М. Вавилова, которая предусматривает балльную оценку исследуемых показателей с расчетом физической кондиции, то есть подготовленности.

## **Методические указания к организации и проведению комплексного контроля по физиологии**

1. Методики комплексного контроля должны соответствовать:

- **специфике избранного вида спорта** (легкая атлетика, гимнастика, борьба);
- **направленности тренировочного процесса** (аэробный или анаэробный):

– **возрастным особенностям** (дети, взрослые, пожилые):

– **квалификации спортсменов** (тест Руффье или МПК).

2. Обследования должны проводиться в одно и то же время (желательно в утренние часы) через 1,5–2 часа после приема пищи, когда наблюдается ПИК функциональной активности.

3. Исследование всех четырех компонентов желательно провести в максимально сжатые сроки (в течение 1–2 дней), чтобы обеспечить принцип комплексности.

4. При проведении этапного контроля спортсмен (обследуемый) накануне обследования не должен выполнять большие объемы тренировочных нагрузок, недовосстановление может исказить результаты обследования.

Если большие нагрузки все же имели обследование место, то следует проводить через 1–2 дня отдыха. При хорошо о ном комплексном контроле в нем должна участвовать целая бригада, в которую входят физиологи, спортивные педагоги (тренеры), психологи, биохимики, и спортивные врачи.

**Место комплексного контроля в системе управления подготовкой спортсменов высокой квалификации.**

В системе управления тренировочным процессом принято выделять несколько основных этапов:

1. Сбор информации о спортсмене и его состоянии.

2. Анализ полученной информации и ее оценка.

3. Принятие решения по планированию и организации тренировочной деятельности.

4. Реализация тренировочного плана.

5. Внесение коррекции в процесс спортивной подготовки.

Комплексный контроль осуществляется специалистами различного профиля, в связи с чем различают соответствующие виды комплексного контроля:

– **педагогический**

- **физиологический**
- **медико–биологический**
- **психологический биохимический**

А также анализ **соревновательной и тренировочной деятельности.**

Для обеспечения комплексности контроля рекомендуется изучать:

- **динамику состояния спортсмена** (по комплексу физиологических показателей);
- **динамику специальной работоспособности** (по результатам педагогического тестирования);
- **динамику показателей спортивного мастерства** (по соревновательной деятельности);
- **динамику и соотношение объемов тренировочных нагрузок различной направленности.**

### **Контрольные вопросы по разделу 2**

1. Что понимают под психическим компонентом?
2. Что понимают под нейродинамическим компонентом?
3. Что понимают под двигательным компонентом?
4. Что понимают под энергетическим компонентом?
5. Перечислить методы исследования 4<sup>х</sup> компонентов.

### 3 СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНА

Несмотря на быстрый рост достижений в области науки и техники и прогрессирующее увеличение объема публикуемой информации, во многих науках все чаще продолжает господствовать эмпиризм и аналитический подход в изучении различных аспектов человеческой деятельности. Несмотря на чрезвычайную популярность термина «системный подход», в литературе в изобилии встречаются обширные материалы по частным и разрозненным объектам исследований, связанных чаще всего с отдельными видами подготовки различных специалистов.

Любой вид деятельности человека представляет собой реализацию конкретной выработанной и закрепленной функциональной системы. В соответствии с концепцией системного подхода, разработанного П.К. Анохиным и применительно к операторской деятельности или спортивной деятельности, функциональная система представляет собой взаимодействие психического, нейродинамического, энергетического и двигательного компонентов деятельности, организуемое корой головного мозга и направленное на достижение заданного результата, т.е. цели. При этом важно отметить, что первые два компонента (психический и нейродинамический) представляют собой компоненты управления. Вторые два (двигательный и энергетический) – компоненты исполнения. Таким образом, цель является системообразующим фактором в формировании любой функциональной системы, реализуемой в конкретном виде деятельности.

Из концепции П.К. Анохина вытекает правило, что для оценки функционального состояния и подготовленности человека к деятельности важное значение имеют не столько

изменения отдельных показателей. Сколько характер и теснота взаимодействия между компонентами этой подготовленности. Необходимо помнить об этом при планировании и коррекции объема и интенсивности тренировочных и профессиональных нагрузок, которые подошли к пределу возможностей человека.

В связи с изложенным, в настоящее время особую актуальность приобретают вопросы методологии и тестирования отдельных компонентов в оценке функциональных состояний и подготовленности, а также их взаимодействие и интегральные характеристики эффективности адаптации организма к большим и околопредельным нагрузкам.

Уровень функционирования отдельных компонентов деятельности значительно изменяется в зависимости от ее режима. Этот уровень повышается уже в состоянии оперативного покоя (предстартовом состоянии) и достигает максимума в процессе выполнения сложного и ответственного задания. В условиях относительного покоя он становится минимальным, характеризуя экономичность физиологических процессов в организме. Однако по характеру и интенсивности функционирования отдельных компонентов в этих различных условиях можно лишь приблизительно судить о функциональных резервах, т.е. о подготовленности каждого компонента. Это обусловлено, в одних случаях, невозможностью измерения большинства физиологических функций и нестабильным характером нагрузок, в силу множества причин. В других случаях, в условиях покоя – их отсутствием. Исследования, проводимые до и после нагрузок или интенсивной работы, по тем же причинам не обеспечивают достаточную информативность физиологических характеристик.

В связи с этим в практике физиологии и психологии труда широко используется принцип экспериментального тестирования (испытания) функционального состояния и подготовленности. Обследуемый выполняет дозированную, стандартную и профессионально значимую психическую или

физическую нагрузку. Доступные измерения качества выполнения этих нагрузок и физических реакций позволяют косвенно, но достаточно объективно характеризовать уровень функционального состояния и подготовленности исследуемого компонента к деятельности. При выборе стандартных тестовых нагрузок должны соблюдаться ряд требований: точная дозировка и измерение ее параметров, адекватность измеряемым функциональным свойствам и качествам, простота тестовой нагрузки.

По структуре выполнения различают две группы стандартных нагрузок – психические и физиологические. В процессе выполнения этих нагрузок изучается память, внимание, мышление, особенности личности. Регистрируется электрокардиограмма, нистагм, артериальное давление, легочная вентиляция и другое. На основании сопоставления психофизиологических реакций и качества их выполнения производится оценка и прогнозирование четырех компонентов функциональной подготовленности [4].

Тестирование отдельных компонентов функциональной подготовленности осуществляется с применением различных психофизиологических и нейрофизиологических методов, а также тестов на определение физической работоспособности в лабораторных условиях [5].

Тестирование психических функций является методическим приемом, которым широко пользуются как психологи, так и физиологи труда. Структура тестовых нагрузок часто совпадает, но в физиологии учитывается не только качество выполнения теста, но и характер нейродинамических сдвигов, а также энергетическая «стоимость» выполнения стандартных умственных задач. В связи с этим возникла новая прикладная наука – психофизиология и данные исследования стали называться психофизиологическими. Учитывая то, что психические функции являются производными нейродинамических процессов. Психофизиологическое

тестирование обеспечивает изучение и оценку функциональных характеристик как психического, так и нейродинамического компонентов при оценке конкретного функционального состояния человека [4].

Выбор тестовых нагрузок определяется наиболее профессионально–значимыми психическими качествами: скорости восприятия и переработки информации, анализа ситуации, помехоустойчивости, прогнозирования и реализации действий, быстроты и точности реакций и многих других. При этом каждая психическая функция оценивается с помощью лишь одного специального теста.

По форме выполнения и содержания тестовых задач психологические тесты принято разделять на три большие группы: бланковые (стандартные умственные задания предъявляются и выполняются с помощью специальных бланков), аппаратные (инструментальные), и личностные (анкеты, опросники и др.). Бланковые тесты в виде выполнения разнообразных простых и сложных умственных задач начали применяться в конце прошлого века в психиатрии, а позднее – для оценки умственного утомления. Из множества вариантов умственных задач в настоящее время сохранилась лишь небольшая часть: корректурная проба Бурдона или Ландольта (вычеркивание на бланке заданных букв или колец с разрывом), цифровой тест Грюнбаума (операции с цифрами), черно–красная таблица Платонова (отыскивание заданных цифр), тест «перепутанные линии» (прослеживание направления ломанных линий), тест «память на числа» (запоминание чисел). Перечисленные и другие бланковые тесты подробно описаны во многих методических пособиях (В.С. Фомин, 1978; В.С. Новиков, 1993; Ю.М. Забродин, 1988 и др.). По величине допускаемых ошибок и продолжительности выполнения тестовых заданий оцениваются память, внимание, мышление или умственное утомление [6].

Аппаратурные тесты представляют собой также выполнение разнообразных умственных задач, но с помощью специальной техники и приборов. Используются, главным образом, тесты на сенсомоторные реакции различной сложности. Наибольшее распространение получил тест на простую сенсомоторную реакцию (ответная реакция в виде нажатия кнопки при появлении звукового или светового раздражителя), с измерением времени скрытого периода этой реакции (ВР). Средняя величина ВР=150–170 мсек. Увеличение этого показателя может свидетельствовать о наличии умственного утомления.

Тест на сложную пространственно–временную реакцию (реакция на движущийся объект) используется для изучения соотношения возбудительных и тормозных процессов в коре головного мозга. С помощью этого теста оценивается уровень стабильности функционирования центральной нервной системы. Достаточно широкое распространение получил тест на точность реакции. Теппинг–тест (максимальная частота малоамплитудных движений) с успехом используется для оценки подвижности основных нервных процессов, а также для определения силы нервной системы относительно возбуждения. Таким образом, аппаратурные психологические тесты нашли широкое применение, а практической деятельности физиологов, врачей, педагогов для исследования и оценки психического компонента функциональной подготовленности человека.

Личностные тесты представляют собой письменные ответы (в виде подчеркиваний или специальных знаков) на стандартные письменные вопросы или высказывания, которых в разных методиках имеется от 5–10 до 400–500. Эти опросники рассчитаны на оценку личностных особенностей в двух аспектах. Одна группа тестов дает возможность изучения генетически детерминированных и врожденных устойчивых качеств, определяющих формирование личностных особенностей человека. К ним относятся Минесотский многосторонний

личностный опросник (MMPL), тест Кеттела, тест Айзенка для оценки полярных свойств личности (экстраверсии – интроверсии) и невротизма. Применение этих тестов является предметом «чистой» психологии. Тесты второй группы позволяют оценить психическое состояние в данный момент. Тест «САН» (самочувствие, активность, настроение) – наиболее простой и распространенный, используется для оценки психического состояния и утомления.

Большой интерес представляет «Шкала личностной и реактивной тревожности», разработанная Спилбергом и адаптированная на русский язык Ю.Л. Ханиным (1976). Этот тест позволяет достаточно объективно оценить психологическое состояние человека по двум характеристикам: уровень личностной тревожности (напряженности), обусловленной преимущественно врожденными свойствами, и уровень психической тревожности (напряженности) в данный момент, обусловленный воздействием окружающей среды и режимом профессионального процесса.

Для самооценки состояния в данный момент профессионально значимых психологических качеств, связанных с вниманием, большой интерес представляет «Профиль внимания», разработанный Найдиффером (1979г.) и адаптированный на русский язык Ю.Л. Ханиным. Этот профиль дает представление о возможностях анализа игровой ситуации, помехоустойчивости, прогнозирования и реализации действий.

Нейродинамические исследования проводятся преимущественно в лабораторных условиях с применением самых различных методов. Так, для оценки функционального состояния ЦНС применяется регистрация состояния сверхмедленных электрических потенциалов – «МЭП», отражающих интенсивность метаболических процессов в нервных клетках. Установлено, что с увеличением выраженности МЭП вырастает надежность реализации высоких профессиональных результатов. Исследование динамики

кровообращения с помощью метода реоэнцефлографии, основанного на изменении сопротивления ткани переменному току высокой частоты, дополняет оценку функционального состояния ЦНС.

Одной из самых информативных методик для оценки эмоционального напряжения по вегетативному компоненту является измерение кожно–гальванической реакции – КГР. В основе этой реакции лежит измерение кожно–гальванического потенциала или электрокожного сопротивления. КГР содержит два компонента: фазический (быстрое увеличение амплитуды в ответ на внезапный психогенный раздражитель) и тонический (постоянный или медленно изменяющийся «фоновый» уровень КГР). В практике физиологии труда наибольший интерес имеет тонический компонент КГР, отражающий уровень напряженности вегетативной регуляции, соответствующий уровню эмоционального напряжения.

Широкое распространение имеет технически простой, но очень информативный тест измерения критической частоты слияния световых (или звуковых) мельканий КЧСМ, характеризующий подвижность корковых процессов. При утомлении показатель КЧСМ снижается, время сенсомоторной реакции увеличивается.

Для характеристики функционального состояния ЦНС измеряются и оцениваются ритмы электрической активности мозга. Измерение всех ритмов ЭЭГ связано с техническими сложностями. Поэтому в практических целях для определения групп психофизиологического отбора (ПФО) и прогнозирования сложных видов деятельности определяется альфа–индекс. Количество альфа–ритмов в метре записи. У лиц первой группы он составляет 60 % и более. Люди данной группы наиболее успешно обучаются сложным видам деятельности. Большое значение имеет и излучение нейродинамики сенсорных процессов, которые являются составным компонентом или начальным этапом таких более сложных психических функций

как уровень бодрствования, внимание, память, мышление, мотивация и др. В этих целях при определении психофизиологических резервов можно использовать прибор «Физиолог–М». Во время приема и переработки цифровой информации характер деятельности обследуемого обусловлен малым числом стандартных операций и большим числом логических решений, принимаемых в процессе работы в условиях дефицита времени. В связи с фундаментальными исследованиями физиологии органов чувств, чему в настоящее время уделяется все большее внимание как одному из центральных вопросов современной физиологии, особый интерес представляют собой вопросы изучения вестибулярной системы и статокINETической устойчивости человека.

Функциональное состояние вестибулярной системы можно исследовать, применяя методику «самостимуляции». Суть феномена, на котором основан метод «самостимуляции», заключается в том, что вестибулярная система при условии положительной обратной связи между реакцией на выходе (нистагмом) и стимулом на входе (изменение угловой скорости вращения) способна входить в автоколебательный режим. Следствием этого процесса является возникновение неугасающего нистагма с чередованием веретен–полупериодов. Симметричные и короткие веретена продолжительностью до 10 сек. Положительно коррелируют с вестибулярной устойчивостью. Несимметричные или продолжительные, нерегулярные «веретена» имеющие длительность более 20 сек. Свидетельствуют о снижении вестибулярной устойчивости. Оценка статокINETической устойчивости определяется дополнительно с применением кумулятивного воздействия ускорений Кориолиса на фоне равномерного вращения с угловой скоростью 180 градусов в секунду. Максимальное время воздействия пробы НКУК составляет 10 мин. Пространственная ориентация изучается в естественных условиях поведения с помощью специальных очков закрытого типа. При выполнении

пробы обследуемый лишен зрительных ориентиров, ему необходимо поставить светящиеся «цели» горизонтально и вертикально.

Функция равновесия исследуется на фоне оптокинетической стимуляции в специальном барабане с чередующимися черными и белыми полосами. Колебания центра тяжести тела регистрируются с помощью стабилографа, влево – вправо по оси «Х» и вперед – назад по оси «У». Одновременно осуществляются записи частотного диапазона прохождения полос и оптокинетического нистагма. Вращение барабана производится в левую и правую стороны при открытых глазах обследуемого.

Исследование энергетической подготовленности и физической работоспособности, оценка состояния кровообращения, резервных и адаптационных возможностей организма осуществляется с применением функциональных нагрузочных проб. Целесообразно использовать модифицированную пробу Вальсальвы, пробу с дозированной физической нагрузкой, тест на статическую выносливость человека.

Адаптивные возможности организма к действию статокинетических раздражителей и выявление скрытой патологии сердечнососудистой системы можно выявить при вращении на динамическом тренажере – ЦФ (центрифуга) в условиях воздействия перегрузок 3–5 единиц.

Модифицированная проба Вальсальвы относится к числу функционально–нагрузочных проб, позволяющих оценить функциональные возможности кардио–респираторной системы в лабораторных условиях. «Натуживание» вызывает перестройку ритма сердечной деятельности и артериального давления под влиянием перераспределения жидких сред организма и импульсов с вазо–хемо–барорецепторов. Строго дозированная проба дает возможность определить устойчивость организма к факторам профессионального труда.

Для проведения теста к мембранному сфигмоманометру подсоединяется мундштук. Обследуемому в положении сидя после обычного вдоха предлагают произвести выдох в мундштук и создать в системе легкие–измерительная система манометра давление величиной 30 мм.рт.ст. продолжительностью 30 сек. С начала выдоха и до конца пробы (30 с) подсчитывают ЧСС, которую сопоставляют с зарегистрированной исходной частотой пульса. Если прирост частоты пульса во время пробы по сравнению с фоном составит 12–30 уд/мин, то реакцию следует расценивать как оптимальную. При приросте частоты пульса более 30 уд/мин. Реакцию определяют, как избыточную, что может быть обусловлено эмоциональным возбуждением, предшествующей нагрузкой, начальными признаками утомления. Если прирост частоты пульса не превышает 2–10 уд/мин., то реакцию следует расценивать как недостаточную (ареактивную) вследствие кумуляции некомпенсированного утомления или астенизации организма любой этиологии. В этом случае человек нуждается в дополнительном отдыхе или приведении восстановительных мероприятий. Тест  $PWC_{170}$  на общую физическую работоспособность основан на линейной зависимости частоты пульса в зависимости от мощности выполняемой циклической нагрузки. Обследуемый последовательно выполняет две нагрузки (с умеренной и большой мощностями), в конце каждой измеряется пульс. Таким образом, показатель  $PWC_{170}$  – это мощность нагрузки, развиваемая при частоте пульса 170. Описание разнообразных вариантов этого теста выдано во многих методических пособиях.

Для динамической мышечной нагрузки характерно резкое увеличение минутного кровотока, сопровождающееся относительным увеличением суммарного объема и падением почти в два раза общего периферического сопротивления. Артериальное давление увеличивается незначительно, а в основном за счет систолического на 25–30 %. Существенное увеличение кровотока обусловлено не только работой сердца, но

и включением «периферического сердца» – мышечного насоса, интенсивно перекачивающего венозную кровь к сердцу. В противоположность этому при статической нагрузке вследствие длительного сокращения скелетных мышц не только прекращается работа мышечного насоса, но и резко снижается регионарный кровоток в них до полного его прекращения. Это приводит к резкому повышению общего периферического сопротивления и, следовательно, к резкому затруднению работы сердца. При этом ударный объем падает более чем в два раза и сохранение минутного кровотока на исходном уровне компенсируется только тахикардией и поддержанием высокого уровня артериального тонуса. Таким образом, сердце при динамической мышечной нагрузке работает в условиях низкого общего периферического сопротивления и нагрузки объемом, а при статической физической нагрузке – в менее благоприятных условиях нагрузки давлением [11].

Для оценки функциональных резервов и уровня специальных физических качеств, а также функционального состояния сердечнососудистой системы применяется специальный стенд для создания статических мышечных усилий типа «Статоэргометр». Обследуемого знакомят с условиями проведения пробы и предупреждают о необходимости своевременной сигнализации о самочувствии. После наложения электродов для регистрации электрокардиограммы его фиксируют в кресле привязной системой. Перед началом пробы с помощью угломера и системы передвижения педалей устанавливают угол в коленных суставах 120 градусов. Затем по команде обследуемый двумя ногами создает ступенчато–возрастающее усилие 120, 160, 200 и 240 кгс с удержанием каждого усилия в течение 30 сек. Проба немедленно прекращается в случае появления болевых ощущений, возникновения слабости, головокружения, появления нарушений сердечного ритма или проводимости типа пароксизмальной тахикардии. Отличную оценку ставят в случае полной программы

обследования – 280 кгс в течение 30 сек. И отсутствии всех симптомов, требующих прекращения пробы. Существенное прогностическое значение следует придавать возникновению выраженных нарушений сердечного ритма во время проведения статозргометрической пробы. Как правило, эти проявления свидетельствуют о наличии изменений в сердечной мышце и прогнозируют их возникновение в условиях экстремальной деятельности. Доступность и простота проведения в сочетании с высокой информативностью позволяют рекомендовать использование статозргометрии в целях динамического контроля за состоянием здоровья, а также тренировки человека.

При проведении комплексного метода тестирования функциональной подготовленности лиц, подверженных воздействию экстремальных факторов, необходимо предусматривать еще одно, весьма важное обстоятельство – математическое преобразование первичной физиологической информации. Если педагог или врач получает по 1–2 методикам, он может понять их смысл и запомнить диапазон изменений показателей. Если же применяется целый комплекс тестов, то объем информации резко возрастает, что требует глубоких и обширных специальных знаний для лиц, проводящих исследования с использованием методов этого комплекса. Чтобы избежать этих неблагоприятных последствий комплексного тестирования, целесообразно использовать широко известный прием математического преобразования первичных данных в нормализованные показатели. Учитывая диапазон того или иного показателя (в разных единицах измерения), с помощью специальных эмпирических формул можно выразить его в нормализованных единицах со шкалой от 0,0 до 1,0.

Функциональный профиль, включающий четыре компонента критериальных характеристик – психический, нейродинамический, энергетический и двигательный, можно использовать в целях измерения уровня здоровья человека, а также для определения функциональной подготовленности и

статокинетической устойчивости, оценки физиологической нормы и прогноза обеспечения процесса адаптации к условиям экстремальной деятельности.

### **Контрольные вопросы по разделу 3**

1. Перечислите методы тестирования отдельных компонентов функциональной подготовленности.
2. Перечислите аппаратные психологические тесты и объясните с какой целью они используются.
3. С какой целью используют: «Шкалу личностной и реактивной тревожности»; «Профиль внимания»; «Тест измерения критической частоты слияния световых или звуковых мельканий (КЧСМ)»; изучают ритмы электрической активности мозга; методику «само стимуляции»; исследуют функции равновесия?
4. Что включает в себя функциональный профиль?

## **4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ВИДЫ**

В соответствии с общей теорией систем под системой понимается совокупность взаимодействия элементарных структур и процессов, объединенных в целое выполнением некоторой общей функции, которую не может осуществить ни один из ее компонентов в отдельности. Одни функциональные системы своей деятельностью определяют различные показатели внутренней среды организма; другие обслуживают поведение живых существ и их взаимодействие с окружающей средой. С этих позиций функциональное состояние организма обеспечивает адекватный системный ответ требованиям деятельности. Анализ функционального состояния как системной реакции включает в себя физиологические, психологические, социально–психологические оценки. Первые будут характеризовать человека как организм, вторые как личность, третьи как члена коллектива. Таким образом, функциональные системы различной степени сложности являются составными элементами функционального состояния человека. Поэтому для каждого конкретного функционального состояния характерна своя качественно своеобразная система. Необходимо также учитывать, что функциональное состояние представляет собой динамическое явление, возникающее в результате активного взаимодействия организма с внешней средой в процессе деятельности.

Согласно этим представлениям, под функциональным состоянием понимается совокупность наличных характеристик физиологических и психофизиологических процессов, определяющих уровень активности функциональных систем организма, особенности жизнедеятельности, работоспособность и поведение человека [4]. Описывая функциональное состояние, все элементарные функции и процессы можно объединить в

следующие: физиологические, психологические и поведенческие. На физиологическом уровне прежде всего выделяются двигательный и вегетативный компоненты. на психологическом – характеристики основных психических процессов, на поведенческом – количественные и качественные характеристики деятельности.

Формирование функционального состояния начинается при получении ЦНС сигнала о начале деятельности. При этом в коре больших полушарии актуализируется программа ее осуществления. Происходят увеличения корреляционных связей между различными корковыми зонами. Они объединяются в функциональный центр. Дальнейшее развитие функционального состояния возможно по пути гипо– или гипермобилизации. Первый путь предполагает постепенное усложнение, формируемый системной реакцией организма до полного соответствия требованиям программы, а второй – мобилизацию системы с включением я явно избыточных элементов. В этом случае функции, представляющие для организма менее выгодные формы ответа, постепенно резервируются, хотя и остаются потенциально включенными в интегральный комплекс функционального состояния. Они могут быть опять мобилизованы в случае неспособности основных компонентов интегрального комплекса обеспечить достижение Цели деятельности, хотя это подключение резервных элементов приведет к повышению цены деятельности.

Интегральные комплексы функциональных состояний отличаются друг от друга прежде всего различными корреляционными связями, тогда как набор мобилизованных функций может быть схожим. У некоторых часто реализуемых функциональных состояний связи между корковыми зонами настолько прочны, что повышение тонуса одного из нервных пулов приводит к изменению других пулов (Коллотеральное оживление), несмотря на то что их участие в данном интегральном комплексе необязательно. Любое функциональное

состояние представляет собой динамическую картину изменений отдельных функций и систем.

Функциональное состояние обладает достаточно высокой степенью устойчивости, допуская в определенных пределах колебание параметров отдельных функций. При условии сохранения типа взаимодействия этих функций между собой. Изменение вида функционального состояния приводит к перестройке связей между элементами интегрального комплекса, что проявляется не только динамикой активности отдельных функций, сколько изменением эффективности выполняемой деятельности. Понятие эффективности деятельности включает оптимальность использования внутренних средств деятельности, обеспечивающих полноценное решение задачи при минимальных затратах. Говоря об эффективности деятельности, необходимо учитывать ее результативность, внутреннюю цену и само содержание деятельности. Применительно к физиологии труда понятие «функциональное состояние» необходимо прежде всего для определения возможности человека, находящегося в том или ином состоянии, выполнять конкретный вид профессиональной деятельности.

**Таблица 1 –Классификация функциональных состояний**

<b>Критерий</b>	<b>Состояния</b>
Надежность и цена деятельности	Допустимые (разрешенные) Недопустимые (запрещенные)
Степень напряжения регуляторных механизмов гомеостаза	Нормальные Пограничные Патологические
Адекватность ответной реакции организма требованиям выполняемой деятельности	Адекватная мобилизация Динамическое рассогласование

С этих позиций под функциональным состоянием лиц, подверженных воздействиям экстремальных факторов окружающей среды, следует понимать совокупность наличных характеристик тех функций и качеств, которые обуславливают

успешность профессиональной деятельности. Исходя из современных представлений о формировании функциональных состояний, они могут быть классифицированы по надежности и цене деятельности, степени напряжения регуляторных механизмов гомеостаза, адекватности ответной реакции организма требованиям выполняемой деятельности.

Общую характеристику функциональных состояний человека, развивающейся в процессе деятельности, можно осуществить с помощью двух основных критериев: надежности и цены деятельности. Под надежностью понимают вероятность поставленных задач профессиональной деятельности в заданных параметрах. Цена деятельности – это величина физиологических и психофизиологических затрат на заданном уровне. На основании указанных критериев все функциональные состояния разделяются на допустимые и недопустимые (А.Б. Леонова, 1984). Вопрос о принадлежности к тому или иному классу решается индивидуально в каждом конкретном случае. Нельзя считать состояние утомления недопустимым, хотя оно приводит к снижению эффективности деятельности и является следствием истощения психофизиологических резервов. Недопустимой является такая выраженность утомления, при которой эффективность деятельности выходит за нижние границы заданных параметров (оценка по критерию надежности) или появляются признаки переутомления (оценка по критерию цены деятельности).

С учетом степени напряжения регуляторных механизмов гомеостаза выделяют нормальные, патологические и пограничные функциональные состояния. В этой классификации необходимо учитывать такие категории как гомеостаз, здоровье и болезнь. Под гомеостазом понимается совокупность с координированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление внутренней среды организма (Каннон 1929). Здоровье – это процесс сохранения и развития физиологических и психических функций оптимальной и социальной активности

при максимальной продолжительности активной творческой жизни. Основным признаком здоровья является соответствие физиологических систем предъявляемым к ним требованиям. Когда же требования к физиологическим системам превышают резервные возможности, появляются условия для поломки действующих адаптивных механизмов, утраты пластичности функциональных систем, развития болезни.

Исходя из этого, к нормальным функциональным состояниям относятся те, при которых сохраняется заданный уровень деятельности, а ее психофизиологическая цена не превышает возможности гомеостаза. При патологических функциональных состояниях необходимая надежность деятельности не обеспечивается, а ее цена превышает возможности гомеостаза. Пограничные функциональные состояния характеризуются снижением надежности или неадекватностью ее цены параметрам гомеостаза. Эти состояния являются по своей сути переходными, свидетельствующими о дезадаптации, иначе говоря – донозологическими. В основе формирования и развития пограничных функциональных состояний лежат нарушения деятельности регуляторных механизмов, которые длительное время могут не отражаться на состоянии здоровья и работоспособности. В этой связи пограничные состояния могут быть допустимыми и недопустимыми, например, если работоспособность снижается в допустимых пределах, а цена деятельности адекватна параметрам гомеостаза, то это состояние можно считать допустимым. Функциональное состояние, при котором надежность деятельности ниже заданных границ или ее психофизиологическая цена неадекватна параметрам гомеостаза, следует считать недопустимым.

На основании критерия адекватности ответной реакции организма все состояния разделяются на две группы – состояние адекватной мобилизации и состояние динамического рассогласования (В.И. Медведев. 1973 г.). Состояние адекватной

мобилизации характеризуется полным соответствием степени напряжения функциональных систем организма требованиям, предъявляемым конкретной деятельностью. Это состояние может нарушаться под влиянием самых различных причин: продолжительности деятельности ее повышения интенсивности, развивающегося утомления и т.д. в этом случае возникают новые функциональные состояния динамического рассогласования, при которых ответная реакция организма неадекватна на нагрузку или требуемые психофизиологические затраты превышают возможности организма [4].

Все виды адекватной мобилизации относятся к классу разрешенных состояний. Однако не все состояния динамического рассогласования являются запрещенными состояниями. Они могут быть допустимыми по цене деятельности и не нарушать надежности ее выполнения. Важно отметить, что на начальных стадиях развития состояние динамического рассогласования не только допустимо, но и полезно для организма, т.к. способствует запуску дополнительных компенсаторных механизмов. Используя как критерий степень сформированности системы гомеостатического регулирования, можно утверждать, что при состоянии адекватной мобилизации обеспечение деятельности происходит за счет существующей системы регуляции. Если же требуется перестройка имеющийся системы гомеостатического регулирования и динамического рассогласования [8].

Все описанные классификации являются общими для физиологии труда и спорта. С их помощью можно охарактеризовать практически все функциональные состояния работающего человека. Среди возможных функциональных состояний, характерных для спортсменов и летчиков. наибольшее практическое значение имеют следующие виды: состояние оперативного покоя, нервно-эмоционального напряжения, функционального комфорта. эмоциональной напряженности, монотонии, утомления, хронического утомления, переутомления.

Функциональное состояние оперативного покоя. готовности к деятельности иногда называют предстартовым. В зависимости от сложности предстоящей деятельности, опытности человека, его мотивации, исходного функционального состояния и других причин выраженность этого состояния может быть различной. Предстартовое состояние возникает непосредственно перед началом деятельности. Его суть заключается в формировании психологической готовности к деятельности, мысленном проигрывании предстоящей деятельности выводе всех функциональных систем организма на более высокий уровень активности. Состояние оперативного покоя начинает формироваться, как правило, за 0.5–2 часа до начала выполнения работы. Отмечается некоторая возбужденность, эмоциональная приветливость в поведении. По сравнению с фоновыми исходными данными на 5–10 ударов увеличивается частота сердечных сокращений, на 5–10 мм рт.ст. повышается систолическое артериальное давление, на 10–15% уменьшается латентный период реакции организма повышается пропускная способность анализаторных систем: вестибулярной, зрительной и др.

Состояние оперативного покоя наиболее выражено у молодых, начинающих лиц, а также у тех, кто переучивается на новую технику, имеет длительные перерывы в работе, при выполнении особо сложных или высокоманевренных заданий. У опытных профессионалов предстартовое состояние развивается за 15–20 минут до начала длительности и выраженность его невелика. Необходимо уточнить, что ранее и выраженное предстартовое состояние из положительного фактора превращается в отрицательный, т.к. в этом случае начинают появляться признаки утомления. Раннему и выраженному предстартовому состоянию способствуют следующие причины: неуверенность в своих возможностях при выполнении технических приемов, при переучивании в обращении с новым, в первых самостоятельных выполнениях деятельности, в этом

случае состояние оперативного покоя начинает формироваться за 5–6 часов, а иногда за сутки до начала работы, сомнение в надежности или неисправности техники при отличной оценке технического состояния нервно–психическое напряжение и уровень активности функциональных систем организма снижается на 30%, плохая психофизиологическая подготовка человека, его низкая эмоционально–волевая устойчивость, отклонения в состоянии здоровья [9].

Нервно–эмоциональное напряжение, как функциональное состояние, возникает в процессе деятельности. при которой доминирует эмоциональный компонент. придающий повышенную оценку всем или каким–либо элементам деятельности. Оно присуще для тех видов деятельности. где велика опасность. либо высока ответственность.

Эмоции – одна из форм отражения субъективной действительности. Проявляются в переживании человеком его отношения к окружающему миру и к самому себе. Эмоции – это отражение мозгом человека какой–либо актуальной потребности и вероятности, возможности ее удовлетворения. Оценка вероятности производится на основе врожденного и приобретенного индивидуального опыта путем непроизвольного сопоставления информации о средствах. времени ресурсах, прогностически необходимых для достижения цели, удовлетворение потребности с информацией. поступившей в данный момент. Согласно концепции функциональных систем П.К. Анохина (1975 г.). биологический смысл эмоций заключается в заблаговременной подготовке к предстоящей деятельности. Сигналом к вовлечению нервного аппарата эмоций служит рассогласование акцептора результата действия, модели ожидаемых результатов с информацией о реальных результатах приспособительного акта.

Теория эмоций П.В. Симонова (1980г.) рассматривает степень эмоционального напряжения в количественной зависимости от силы потребности, а также от разницы между

информацией, прогностически необходимой для удовлетворения потребности, и информацией, имеющейся у субъекта.

При дефиците существующей информации возникает отрицательная эмоция. Превышение полученной информации над имевшимся ранее прогнозом ведет к возникновению положительных эмоций, когда человек располагает несколькими реальными способами достижения поставленной цели. Наличием или отсутствием информации для удовлетворения потребности оказывает влияние на вероятность достижения цели, что также влияет на выраженность эмоций. Исходя из информационной концепции, эмоции можно рассматривать как отражение мозгом силы и вероятности ее удовлетворения в данный момент. При этом мотивация, эмоция и действие являются целостным поведенческим актом.

Стеничность – улучшение функционального состояния и повышение работоспособности и астеничность их ухудшение. В зависимости от индивидуально–психологических особенностей личности одна и та же причина у разных людей может вызвать как стеничные. так и астеничные эмоции.

По динамике состояний следует отметить, что после повышенного эмоционального напряжения наступает эмоциональная разрядка. «демобилизации». Важную, но не решающую роль в эмоциональной окраске играет риск. Выраженность состояния нервно–эмоционального напряжения во многом зависит от сложности деятельности, которая на ее различных этапах может быть неадекватной. При действии стрессовых факторов частота сердечных сокращений может достигать 172 ударов в минуту, например, при контакте во время дозаправки топливом в воздухе. Максимальная частота пульса при больших физических и нервно–эмоциональных напряжениях составляет 214 ударов в минуту. Колебания артериального давления при воздействии ускорений могут достигать 175/115 мм. рт. ст. Уровень гормонов коркового слоя надпочечников

прямо коррелирует со сложностью элементов деятельности и может увеличиваться на 300–400%.

В целом, нервно–эмоциональное напряжение в данных случаях для здоровых лиц следует считать нормальным, естественным состоянием. Это состояние обеспечивает высокий тонус центральной нервной системы, мобилизацию необходимых функциональных систем, включая статокINETическую, которая играет важную роль в активации всех звеньев психофизиологических процессов в организме и адекватное использование функциональных резервов.

Состояние функционального комфорта характеризуется положительным отношением к выполняемой деятельности, оптимальным состоянием взаимодействием всех звеньев системного ответа организма на требования деятельности, что обеспечивает высокий уровень работоспособности. При этом состоянии достигается соответствие средств и условий труда функциональным возможностям человека. Состояние функционального комфорта способствует такой активации и мобилизации психофизиологических функций человека, которая не ведет к их чрезмерному и быстрому истощению, а наоборот – обеспечивает их длительное сохранение и развитие. Сформировавшиеся функциональные системы работают эффективно и согласовано. Активация регуляторных механизмов оптимальна и работоспособность высокая [7].

В основе функционального комфорта лежат принципы Э.Бауэра и А.Додсона. Согласно им, любая живая система только тогда работоспособна, когда не находится в равновесии. То есть регуляция функций основана на устойчивом неравновесии и реализуется в антагонизме между регуляторными процессами, по диалектическому синтезу есть эффективность работы. Он является функцией напряжения эмоционального, психического для определенного вида деятельности. Продуктивность ее выполнения достигает своего максимума лишь при определенном уровне этого напряжения. Отклонение напряжения в любую

сторону от оптимального влечет за собой снижение продуктивности работы. В процессе деятельности могут возникнуть ситуации, когда нервно–эмоциональное напряжение чрезмерно возрастает. В результате формируется особое функциональное состояние эмоциональная напряженность или эмоциональный стресс. Состояние характеризуется временным понижением устойчивости психических, психомоторных двигательных функций. Наблюдаются выраженные вегетативные реакции и снижение профессиональной работоспособности.

Факторы, способствующие формированию состояния эмоциональной напряженности, могут быть объединены в 4 группы:

1. Несоответствие знаний, умений и навыков предъявляемым к требованиям деятельности. Поэтому напряженность чаще встречается на этапах обучения.

2. Неблагоприятные индивидуально–психологические качества личности. Профессионально важные качества не полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к данному виду деятельности.

3. Дефекты обучения, в результате которой человеку привиты неправильные психические установки. Например, замечания в грубой форме за допущенные ошибки или чрезмерная мотивация.

4. Отклонения в состоянии здоровья.

Провоцировать эмоциональную напряженность могут и некоторые другие причины, например: пережитое в предыдущей деятельности сильное нервно–эмоциональное напряжение, аварийные ситуации, напряженные отношения в коллективе вследствие психологической несовместимости.

Проявление эмоциональной напряженности условно разделяют на 3 группы:

1. Эмоционально–моторные нарушения проявляются в общей скованности, «Одеревенелости», или наоборот –

суетливости, напряженной позе, в расстройстве координации движений, снижении статокинетической устойчивости.

2. Эмоционально–сенсорные нарушения выражаются в замедлении процессов восприятия, увеличении латентного периода анализаторных систем, в затруднении переключения внимания и восприятии, в снижении мышечного чувства.

3. Эмоционально–интеллектуальные нарушения проявляются в замедлении и снижении его критичности, в появлении немотивированных действий, снижении памяти вплоть до забывания простых инструкций.

Все эти нарушения сопровождаются выраженными негативными реакциями и приводят к значительному снижению профессиональной работоспособности.

По степени выраженности эмоциональная напряженность может колебаться в широких пределах. от незначительной и кратковременной. носящей ситуационный характер. до резко выраженной и длительной, не исчезающей. несмотря на активные педагогические меры. Состояние эмоциональной напряженности – это пограничное состояние, которое может привести к развитию у человека психической и психосоматической патологии. В данном случае отрицательные воздействия идут на саму личность человека, а она неделима и требует уже духовной помощи, поскольку идет нарушение диалектического закона по соотношению идеального и реального. К сожалению, в нашей психологии и философии, данные вопросы практически не разработаны (Г. Ветер).

Функциональное состояние – монотония возникает не только при продолжительной трудовой деятельности, но и при воздействии ряда других факторов. К ним относятся: необходимость длительного сохранения вынужденной и ограниченной в движениях позы (гиподинамия, гипокинезия), сенсорная депривация, шумы, вибрации, смена климатогеографических зон и др. Субъективными проявлениями состояния монотонии являются скука, апатия, притупление

внимания. искажение чувства времени. снижение бдительности, сонливость, раздражительность, вялость, чувство усталости и др. Развившиеся в дремотных состояниях гипнотические фазы способствуют яркости и красочности иллюзорных и галлюцинаторных образов. В этих случаях психические реакции могут протекать по астеническому типу – оцепенение с полной бездеятельностью, ошибочные реакции. Умеренные степени указанных психических состояний известны под названием растерянности. Однако у опытных лиц такие типы реакций встречаются крайне редко.

При больших и длительных физических нагрузках у спортсменов, при длительной работе операторов транспортных средств могут наблюдаться изменения физиологической кривизны позвоночника, нарушения мышечного тонуса. Интересно отметить, что подобные состояния у людей сопровождаются отсутствием вестибулярного нистагма. Восстановление нистагма осуществляется с применением новой технологии и отдыхом на детензоре.

Важной особенностью монотонии является то, что она частично включает в себя состояние утомления. Среди профессионально значимых функциональных состояний особое место занимают утомление, хроническое утомление и переутомление. Их диагностика и профилактика всегда были [21]. Одной из главных задач в деятельности авиационных и спортивных врачей. Причины развития утомления зависят от ряда факторов, таких как: интенсивность и длительность профессиональной нагрузки при выполнении работы, воздействие на организм неблагоприятных факторов в процессе проведения тренировок и подготовки; нарушение режимов труда и отдыха, питания, длительные перерывы, вредные привычки и др.

Принято различать три вида утомления: физическое, умственное и эмоциональное, различие между которыми определяется соотношением глубины функциональных

изменений в отдельных рецепторах, мышцах, отделах ЦНС, органах и системах. Это деление является условностью при умственной деятельности всегда имеются элементы мышечного или эмоционального утомления. Физическое утомление в ряде случаев сопровождается умственным или эмоциональным.

Утомление это нормальное функциональное состояние человека, возникающее в процессе профессиональной деятельности. Утомление характеризуется появлением чувства усталости, изменением физиологических функций, умеренным снижением работоспособности.

Острое утомление развивается как следствие непродолжительной, но интенсивной работы. Как правило, эффективность деятельности при остром утомлении не снижается или снижается незначительно к концу выполнения работы. Появляется чувство усталости, но оно маскируется в процессе работы нервно-эмоциональным напряжением. В основе ощущения усталости лежит возникновение и развитие процесса торможения в корковых центрах. Внешне острое утомление может проявляться шаткой походкой, неточными вялыми движениями, покраснением или побледнением кожных покровов, одышкой, повышенным потоотделением. При утомлениях прежде всего изменяется регуляция деятельности физиологических систем организма, нарушается устойчивость вегетативных функций, ухудшаются показатели функциональных проб. Наиболее ранним признаком утомления является снижение психофизиологических резервов. Они определяются по способности человека решать дополнительные задачи. Их можно диагностировать с применением новых технологий и функционального профиля. Острое утомление сопровождается повышением реактивной тревожности, ухудшением самочувствия и настроения. Объективно отмечается возрастание ЧСС, частоты и минутного объема дыхания, уменьшением длительности проб с задержкой дыхания (на вдохе и выдохе), показатели операторской работоспособности ухудшаются

(пропускная способность). увеличивается вегетативный компонент деятельности.

По выраженности острого утомления выделяются 3 степени (Фролов Н.И., Сергеев В.А. 1986 г.). Острое утомление проходит как правило, к началу следующего рабочего цикла, обычно после ночного отдыха, что не требует изменения повседневного режима труда и отдыха.

**Таблица 2 – Степени острого утомления**

Показатель	Степень утомления		
	первая	вторая	Третья
Чувство усталости			
Самочувствие	Начальные признаки	Слабо выражено	Выражено
Активность	Хорошее	Удовлетворительно	Плохое
Настроение	Высокая	Умеренная	Сниженная
Интерес к работе	Бодрая	Удовлетворительная	Пониженная
Субъективная оценка работоспособности	Выражен	Умеренная	Сниженная
Качество профессиональной деятельности	Хорошая	Удовлетворительная	Возможны ошибки
Состояние работоспособности	Полная компенсация	Неустойчивая компенсация	Прогрессивное снижение компенсации

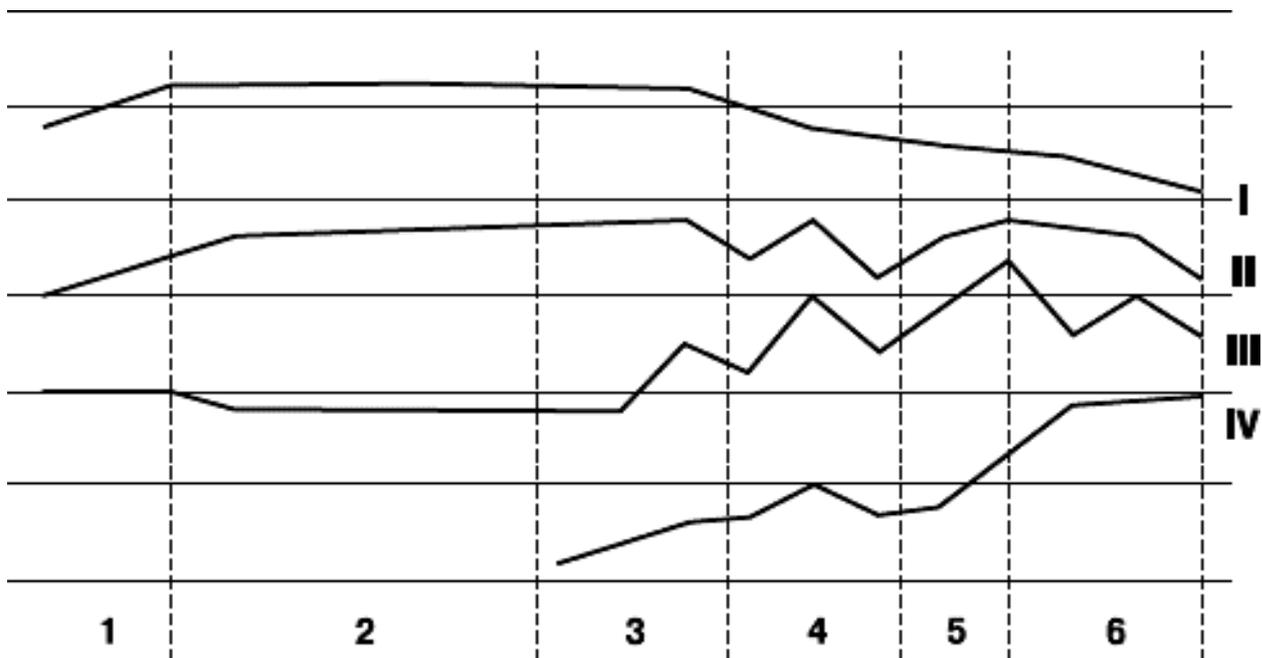
Основной теорией, наиболее полно раскрывающей механизмы формирования утомления, считается центрально–корковая. деятельность корковых клеток при динамической работе заключается в ритмическом чередовании процессов возбуждения и внутреннего торможения, при статической работе – в постоянном напряжении; процессов возбуждения и торможения. Обладая определенными энергетическими ресурсами, клетки ЦНС расходуют их в процессе активной

деятельности. Имеется определенный уровень резервов, при снижении которого активность клеток падает. Причем снижение активности клеток является не только результатом истощения энергетических ресурсов, но и следствием развития в ЦНС процессов торможения.

При длительной или напряженной работе в результате последовательной смены возбуждательного и тормозного процессов в первую очередь ослабевает внутреннее торможение, ведущее к уравниванию нервных процессов. В этом случае имеет место иррадиация процесса возбуждения с вовлечением в деятельность других корковых центров. В результате происходит рассогласование физиологических функций, нарушение координации двигательных актов. снижается работоспособность. Примером может служить скованность движений. Наблюдается регресс рабочих навыков до стадии генерализации. Дискоординация в свою очередь, является источником измененной афферентации в ЦНС, что способствует усилению нарушений высшей нервной деятельности. При дальнейшей работе ослабевает не только внутреннее торможение, но и возбуждательный процесс. Развивается запредельное торможение, которое предохраняет клетки от глубоких функциональных нарушений.

Утомление тесно связано с характером и качеством деятельности. Основным фактором, определяющим взаимосвязь функционального состояния и эффективности деятельности, является временная протяженность процесса деятельности, характеризующаяся зависимостью качества труда и его деятельности. Поэтому работоспособность человека может быть определена как способность при достаточном уровне мотиваций, обученности и состоянии здоровья, выполнять профессиональную деятельность с заданной эффективностью. В динамике работоспособности можно выделить периоды оперативного покоя (подготовительное), вработываемости, оптимальной работоспособности, полной компенсации,

неустойчивой компенсации, конечного порыва и прогрессивного снижения работоспособности.



**Рисунок 2 – Стадии динамики работоспособности  
(по Деревянко, 1979)**

*Примечание:* I – уровень максимальных возможностей; II – уровень продуктивности деятельности; III – уровень эмоционального напряжения; IV – уровень утомления.

1 – период выработки работоспособности; 2 – период оптимальной работоспособности; 3 – период полной компенсации; 4 – период неустойчивой компенсации; 5 – конечный порыв; 6 – прогрессивное снижение продуктивности.

Выделенные периоды работоспособности могут рассматриваться как самостоятельные функциональные состояния у операторов и спортсменов. Важно отметить, что практически все функции физиологических систем, психической активности и эффективности деятельности обладают более или менее выраженной колебательной ритмической характеристикой. Поэтому «фаза» не означает нечто жесткое и постоянное, это некий интервал. Фаза оперативного покоя (подготовительная)

прямо не связана с деятельностью, но ей предшествует. Ее характеризует формирование психологической установки на деятельность, мобилизация физиологических функций к предстоящей работе.

Состояние вработываемости характеризуется постепенным увеличением эффективности деятельности, повышением работоспособности при одновременном снижении психоэмоционального напряжения по сравнению с началом деятельности. Оно наблюдается в начале выполнения работы. При этом наблюдается постепенное улучшение качества деятельности, усвоение оптимального режима работы, формирование рабочего динамического стереотипа. Улучшаются прямые и косвенные показатели работоспособности. Уменьшается количество ошибочных действий, увеличиваются резервы внимания, укорачивается время простых и сложных сенсомоторных реакций, повышается пропускная способность анализаторных систем. Человек психологически и функционально адаптируется к деятельности. Длительность этой фазы определяется временем, в течение которого наступает оптимальное соотношение параметров работы с уровнем активности функциональных систем организма. Состояние оптимальной работоспособности является основным во многих видах деятельности, для него характерны максимальная работоспособность, стабилизация нервно-эмоционального напряжения, выход функциональных систем организма на оптимальный уровень активности, данное состояние проявляется наиболее высокими стабильными показателями. Как правило, оно наблюдается в середине работы, длительность этой фазы зависит от исходного состояния организма, интенсивности деятельности и сложности выполняемых задач. При неблагоприятных условиях и характере работы длительность фазы оптимальной работоспособности сокращается.

Фаза полной компенсации характеризуется появлением начальных признаков утомления, которые, однако, целиком

компенсируются волевым усилием и положительной мотивацией к работе. Эффективность деятельности не снижается, хотя может наблюдаться некоторое падение уровня работоспособности, а утомление проявляется в виде чувства усталости и незначительном повышении уровня активности физиологически функций, обеспечивающих деятельность. Это состояние очень похоже на то, которое А.А.Ухтомский определил, как «утомление без нарушения рабочей гармонии». По окончании фазы полной компенсации значительно уменьшаются физиологические резервы, и организм переходит на энергетически менее выгодные реакции. Длительность фазы компенсации, как правило, незначительна, ее идентификации достаточно сложна. Поэтому в интересах практической деятельности физиологов состояние оптимальной работоспособности и полной компенсации могут рассматриваться как единое состояние стабильной работоспособности. Состояние неустойчивой компенсации проявляется нарастанием симптомов утомления, в результате чего снижается уровень работоспособности и повышается активность функциональных систем организма. Падает эффективность деятельности. причем в первую очередь ухудшатся ее точностные характеристики, появляются ошибки. снижаются резервы внимания, меняется структура движений, увеличивается латентный период сенсомоторных реакций, снижается критическая частота слияния световых и звуковых мельканий, уменьшается пропускная способность зрительного анализатора. Важно отметить, что прямые и косвенные показатели работоспособности в большей степени зависят от эмоционально–волевого напряжения человека. Поэтому в отдельные отрезки времени удается поддержать эффективность деятельности на достаточно высоком уровне за счет волевых усилий. В целом кривая эффективности деятельности имеет колебательный характер с тенденцией к снижению. Состояние неустойчивой компенсации чаще всего наблюдается в конце интенсивной работы, а у операторов в конце смены. Могут быть

жалобы на ухудшение общего самочувствия, а изменения функций организма выходить за пределы физиологических колебаний. В тех случаях, когда известен срок работы или ее оставшийся объем, может наблюдаться фаза конечного порыва. Несмотря на продолжающееся нарастание утомления и снижение уровня работоспособности, эффективность деятельности может кратковременно заметно повыситься за счет значительного эмоционально–волевого усилия. Это повышение обусловлено использованием функциональных резервов организма и поэтому во многом зависит от исходного уровня. Состояние конечного порыва чаще всего встречается на этапе завершения работы и выражается в эмоциональном подъеме, уменьшении или исчезновении жалоб на самочувствие. некотором повышении эффективности деятельности за счет улучшения как прямых, так и косвенных показателей работоспособности при условии, что деятельность не требует длительной концентрации эмоционально–волевого усилия. При продолжающейся деятельности наступает фаза прогрессивного снижения работоспособности. Для нее характерно дальнейшее развитие утомления. резкое снижение эффективности деятельности. ухудшение прямых и косвенных показателей работоспособности. повышение напряженности функционирования всех физиологических систем, обеспечивающих деятельность, выраженное чувство усталости апатия к деятельности. желание быстрее прекратить работу. Попытки произвольного повышения волевых усилий не имеют успеха.

Продолжительность, чередование и степень выраженности фаз работоспособности определяются воздействием многих факторов и могут варьировать в достаточно широких пределах, вплоть до полного выпадения отдельных из них. Время развития различных состояний в процессе выполнения сложных видов деятельности определяется, прежде всего, уровнем профессиональной подготовки и сложности поставленных задач.

**Хроническое утомление** – это пограничное функциональное состояние, возникающее в результате многократного воздействия интенсивной профессиональной нагрузки. Характеризуется наличием субъективных и объективных признаков утомления до начала работы. Выраженным напряжением физиологических систем, значительным снижением работоспособности. Причиной хронического утомления могут быть как превышение нормативов нагрузки, так и интенсивная профессиональная деятельность в течение длительного периода времени. Способствует развитию хронического утомления ряд сопутствующих неблагоприятных факторов: отсутствие условий для полноценного отдыха, несоответствие сложности поставленных задач уровню профессиональной подготовленности, изменение реактивности организма вследствие ранее перенесенных заболеваний.

При хроническом утомлении снижается точность выполнения заданий по сравнению с их нормативными значениями. Снижается интерес к работе. Появляется чувство неуверенности в своих профессиональных возможностях. Субъективными признаками хронического утомления является ощущение усталости перед началом деятельности и в процессе ее выполнения. Повышенная утомляемость, общая слабость, вялость, разбитость, головная боль, чувство тяжести шум в голове, снижение аппетита, затрудненное засыпание и пробуждение, прерывистый сон. К объективным признакам можно отнести снижение мышечной силы и выносливости, появление тремора пальцев и рук, век и языка, выраженный дермографизм, потливость. Увеличение числа быстрых и медленных волн на ЭЭГ, удлинение времени альфа ритма после засвета, нарушение регулярности нистагма и его отсутствие. Увеличение латентного периода сенсомоторных реакций. Хроническое утомление характеризуется значительным замедлением рабочих операций и увеличением числа ошибочных действий. Необходимый уровень профессиональной

деятельности при хроническом утомлении может поддерживаться лишь кратковременно за счет нарастающего повышения цены деятельности и быстрого расходования физиологических резервов организма. Характерной особенностью хронического утомления является то, что функциональное состояние организма и работоспособность человека восстанавливаются лишь в результате продолжительного отдыха, требующего несколько дней. Переутомление – патологическое состояние организма, возникающее в результате многократного длительного воздействия интенсивной профессиональной нагрузки, характеризующегося выраженными изменениями физиологических функций и резким снижением эффективности деятельности. Переутомление часто подменяется понятиями астения, астеническая реакция, астенический, невротоподобный, невротеноподобный, астенодепрессивный, астеноипохондрический синдромы, невроз истощения и переутомления, псевдоневроз ситуации, которые не в полной мере отражают это состояние. Развитие переутомления сопровождается нарушением рабочей и поведенческой активности. Нарушается двигательная координация, замедляются двигательные реакции, ухудшается точное воспроизведение необходимых мышечных усилий. Значительно снижаются резервы внимания, искажается чувство времени. Появляется общая скованность и напряженность. Иногда отмечается нарушение пространственной ориентировки, которое хорошо определяется при применении в лаборатории: условиях новой техники с использованием «очков закрытого типа». Устройство закрепляется перед глазами.

При переутомлении человек теряет интерес к работе. Во время выполнения деятельности появляется чувство неуверенности, желание побыстрее завершить работу. Постоянно ощущается усталость, апатия, головная боль, головокружение, потеря аппетита. Ощущается тошнота, неприятные ощущения в

области сердца. Возникает повышенная раздражительность, вспыльчивость, боли в мышцах, онемение в конечностях, пояснице. Снижается влечение к противоположному полу. Сон становится прерывистым и поверхностным, часто с кошмарными сновидениями. Отмечается бессонница ночью и сонливость днем, Частота этих проявлений варьирует в широком диапазоне.

К признакам переутомления относятся – повышенная потливость. Одышка, уменьшение массы тела, учащение частоты сердечных сокращений, расстройства внимания, памяти и мышления. Иногда отмечаются усиление сухожильных и периостальных рефлексов, увеличение и болезненность печени, снижение адаптационной способности сердечно–сосудистой системы к физической нагрузке ухудшение ортостатической устойчивости, зрительного и слухового восприятия информации, слуховой и тактильной чувствительности, нарушение функции равновесия, повышение возбудимости вестибулярного аппарата, дисбаланс лабиринтной функции, снижение статокINETической устойчивости при пассивных и активных перемещениях.

В периферической крови наблюдается снижение количества гемоглобина и эритроцитов, лейкоцитоз на фоне угнетения фагоцитарной активности лейкоцитов, эозинофилия, уменьшение количества тромбоцитов, в моче повышается содержание катехоламинов кетостероидов, креатенина, протеинов. Переутомление, являясь патологическим состоянием, требует лечения и проведения комплекса реабилитационных мероприятий.

Представленные данные позволяют физиологам, педагогам дать психофизиологическую характеристику состояний оперативного покоя. нервно–эмоционального напряжения. функционального комфорта. эмоциональной напряженности, монотонии, утомления, хронического утомления и переутомления. Рассмотреть динамику физиологических функций при различных функциональных состояниях

деятельности человека с позиций теории функциональных систем П. Канохина.

Общими принципами, определяющими единый методологический подход к оценке функционального состояния, являются адекватность, когда предусматривается строгое соответствие применяемых методов особенностям профессиональной деятельности. Комплексный, т.е. системный подход, предполагающий применение такого набора методик исследования, который позволит получить надежную информацию о функциональном состоянии организма без потери информативности и надежной итоговой оценки.

При проведении исследований необходимо соблюдать конкретность, т.е. необходимость изучения в первую очередь тех систем и функций организма, которые испытывают наибольшую нагрузку в процессе деятельности, динамичность, что предполагает проведение периодически повторяющихся исследований, позволяющих уточнять и дифференцировать динамику функционального состояния в процессе деятельности. Реактивность, предусматривать необходимость изучения реакций организма на дополнительную нагрузку. Нагрузочные функциональные пробы для раннего выявления и изменения реактивности организма. Восстановимость – изучение процессов восстановления функций после окончания деятельности. Индивидуальность изучения процессов восстановления функций после окончания деятельности Индивидуальность, что обеспечивает учет индивидуальных различий реакций организма на деятельность.

При оценке функциональных состояний важно отметить, что не все показатели равнозначны по своей диагностической ценности, например, удельный вес различных характеристик ЧСС в итоговой оценке функционального состояния значительно выше, чем некоторые другие показатели. Это связано с тем, что удельный вес ЧСС в итоговой оценке функционального состояния значительно выше, чем многих других показателей

ЧСС является не специфически интегрирующий показателем, тонко реагирующим не только на изменения в энергетике организма, но и на сдвиги в работе активационных структур.

Выбор коррелирующих между собой показателей определяется состоянием тех звеньев, которые испытывают наибольшую нагрузку или несут наибольшую ответственность за успешность работы. Однако необходимо отметить, что у сформировавшегося функционального состояния нет главных и второстепенных компонентов. поскольку каждый из них – необходимый элемент системы, без которой она была бы другой.

При выборе показателей функционального состояния целесообразно использовать в диагностическом комплексе показатели, характеризующие все 5 групп компонентов функционального состояния: энергетический, сенсорный, информационный, эффекторный и активационный. К энергетическим компонентам относят показатели, характеризующие уровень активности физиологических функций и систем – кровообращения, дыхания, обмена и др. К сенсорным показателям. отражающие возможность приема и первичной переработки поступающей информации различными сенсорными системами. К информационным – показатели, обеспечивающие обработку поступающей информации и принятие решений на ее основе, характеризующие такие процессы как память и мышление. структуру личности, его творческую направленность и индивидуальность. К эффекторным относятся показатели, ответственные за реализацию принятых решений в поведенческих актах, количественные и качественные показатели деятельности и физиологические параметры реализуемых актов. К активационным – показатели, обуславливающие направленность и степень напряженности деятельности.

Уровень внимания, тревожности, эмоциональной устойчивости, особенности мотивационной сферы.

В проводившихся нами исследованиях использовался профиль функциональной подготовленности В.С. Фомина (1989). Профиль, значительно дополненный и переработанный нами, с учетом вышеизложенного позволяет дать оценку психическому, нейродинамическому, энергетическому и индивидуальному компонентам деятельности человека. С применением новых методов и технологий его можно использовать для определения статокINETической устойчивости лиц, подвергающихся воздействию экстремальных факторов. В практике физиологии труда для оценки функционального состояния применяются различные методологические приемы. В их числе метод тестирующих нагрузок, суть которого в сравнении показателей какой-либо функции до и после выполнения дозированной стандартной нагрузки или деятельности: PWC, степ-тест, задачи на слежение, счетные операции и др. Метод интенсифицирующих нагрузок основан на изучении динамики показателей при увеличении на короткий промежуток времени интенсивности той конкретной деятельности, которой занят человек. Метод дополнительных нагрузок предполагает усложнение обычной для человека деятельности за счет предъявления дополнительных задач. Этот метод широко используется в процессе тренажерной подготовки человека к условиям данного вида деятельности [13].

Оценка функционального состояния может проводиться традиционно в следующих формах: Предстартовое (фоновое) обследование, оперативный контроль в процессе деятельности, динамический контроль, изучение восстановительного периода после окончания деятельности.

Оценка функционального состояния человека в физиологии труда до настоящего времени осуществляется с помощью моно и полипараметрических подходов. Суть первого заключается в использовании для оценки состояния организма показателей функционирования одной из систем, как правило, ЦНС, кардиореспираторной и вегетативной систем, системы крови.

Наиболее характерным примером такой оценки является метод вариационной пульсометрии (Баевский Р.М. 1979). По данным R–R интервалов рассчитываются показатели сердечного ритма, определяется индекс напряжения, строится гистограмма распределения вариационной пульсограммы и корреляционная ритмограмма. Типичными монопараметрическими методами оценки функционального состояния смогут служить исследования кожно–гальванической реакции для оценки уровня активации функций организма. Исследование нистагма, а–ритма ЭЭГ для экспресс–оценки функционального состояния человека. Морфофункционального состояния лейкоцитов крови для оценки степени напряжения защитно–приспособительных возможностей организма. Таким образом, диагностика функционального состояния при монопараметрическом подходе осуществляется, в основном, на основе адаптивного поведения биосистемы путем математического анализа расширенных физиологических показателей. Наиболее существенные недостатки монопараметрического подхода – неспецифичность наблюдаемых изменений применительно к оценке конкретного функционального состояния и отсутствие возможности системного ответа организма. При использовании монопараметрического подхода более правильно говорить не об оценке, а тем более о прогнозировании функционального состояния, а об определении степени активности и напряжении функционирования тех или иных систем организма.

Более достоверной оценка функциональных состояний становится при применении полипараметрического подхода с использованием комплекса диагностических методик с формированием интегральной оценки. Причем при оценке функционального состояния важно выявить не только количественные или качественные характеристики показателей различных систем, но и степень их взаимодействия. Ведущим принципом интегральной оценки функционального состояния

является сопоставление изучаемых показателей с результатами эффективности труда человека.

Оценка функционального состояния при полипараметрическом подходе включает: выбор системы информативных признаков функционального состояния, формирование базы данных расчет интегрального показателя, классификация выявленного функционального состояния на основе статистических алгоритмов распознавания образов. Выбор методик оценки функционального состояния, конкретных показателей и способов их регистрации обусловлен, прежде всего, особенностями профессиональной деятельности человека и в практике физиологии и авиакосмической медицины решен достаточно полно. В результате наблюдения и регистрации все показатели функционального состояния представляются в виде упорядоченной совокупности чисел. Формируется матрица наблюдений, т.е. база данных. Первичные показатели можно перевести в нормализованные единицы функционального профиля, представить в единой шкале. Это облегчает их восприятие для тренера, инструктора, педагога, поскольку они недостаточно знакомы с медицинской терминологией и состоянием вопросов современной физиологии. Чем большее число наблюдений будет собрано в данной матрице, тем более исчерпывающую информацию будет содержать эмпирический образ изучаемого функционального состояния.

Предложены различные варианты математико–статистических подходов к формированию интегрального показателя. Интегрирование значений различных показателей может осуществляться в виде среднеарифметических или среднегеометрических значений регистрируемых показателей. Для оценки вариабельности значений отдельных показателей возможно применение весовых коэффициентов, определяемых методом экспертных оценок или по тесной связи коэффициента корреляции.

Перспективным подходом к оценке и классификации функционального состояния по его признакам является метод функционального шкалирования на основе дискриминантного анализа.

Точность диагностики зависит от информативности регистрируемых показателей, объема полученной информации и ее достоверности. Важно отметить, что метод функционального шкалирования дает возможность прогнозирования функциональных состояний человека.

Применение новых технологий и выработка решающего правила диагностики, использование функционального шкалирования, построение функционального профиля подготовленности человека позволяют управлять процессами обучения и тренировки, что весьма важно в педагогической деятельности.

#### **Контрольные вопросы по разделу 4**

1. Назовите виды функциональных состояний?
2. Что такое допустимые функциональные состояния? Перечислите их критерии.
3. Что понимаете под недопустимыми функциональными состояниями? Перечислите их критерии.
4. Что понимаете под состоянием оперативный покой?
5. Что представляют собой пограничные функциональные состояния? Перечислите их критерии.
6. В чем суть теории эмоций П.В. Симонова?
7. Перечислите факторы, способствующие формированию состояния эмоциональной напряженности.
8. Что представляет собой утомление? Перечислите 3<sup>и</sup> степени острого утомления.

## **5 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ**

### **Функциональное состояние оперативного покоя**

Его еще называют предстартовым. Состоит в психологической готовности к деятельности, мысленном проигрывании предстоящей деятельности, выводе функциональных систем на более высокий уровень активности. Оно формируется за 0,5–2 часа до выполнения работы. ЧСС увеличивается на 10 ударов, АД – на 10 мм рт.ст. Чем опытней спортсмен, тем позднее (за 15–30 сек до старта) развивается и менее выражено. У малоопытных спортсменов, неуверенных в себе, оно формируется за 5–6 часов до старта.

### **Функциональное состояние нервно–эмоционального напряжения**

Возникает в деятельности, при которой доминирует эмоциональный компонент, придающий повышенную оценку элементам деятельности, имеющим риск для жизни или высокую ответственность (крупные соревнования, олимпиады, мировые чемпионаты).

По П.К. Анохину (1975), биологический смысл эмоций состоит в подготовке к предстоящей деятельности. По И. П. Павлову, эмоция– это усиленная рефлекторная реакция. По П. В. Симонову (1981) – степень эмоционального напряжения зависит от силы потребности.

**Состояние функционального комфорта** характеризуется положительным отношением к выполняемой деятельности, оптимальной нагрузкой, оптимальным взаимодействием всех систем; при таких состояниях человек испытывает радость от работы, бега на лыжах, коньках, езде на велосипеде и т.д.

### **Функциональное состояние эмоциональной напряженности**

Возникает при стрессе. Характеризуется выраженным понижением устойчивости психомоторных и двигательных функций. Наблюдаются выраженные вегетативные реакции (бледность, влажные ладони, потливость).

Факторы, способствующие формированию состояния эмоциональной напряженности:

- 1) несоответствие знаний, умений и двигательных навыков предъявляемым требованиям;
- 2) неполное соответствие личностных психофизиологических качеств предъявляемым требованиям;
- 3) дефекты обучения;
- 4) чрезмерные амбиции и мотивации не соответствуют функциональным возможностям;
- 5) нарушение состояния здоровья.

### **Проявления эмоциональной напряженности:**

- 1) общая скованность или суетливость
- 2) нарушение координации движений (запишется на ровном месте);
- 3) замедляются процессы восприятия;
- 4) затрудняется переключение внимания;
- 5) появляются немотивированные действия;
- 6) снижение памяти.

**Состояние эмоциональной напряженности – это пограничное состояние!**

### **Функциональное состояние монотонии**

Возникает при продолжительной работе (марафон) или сохранении вынужденной позы (гипокинезия, гиподинамия), вибрации, отсутствии сенсорных раздражителей, однотипных движениях.

### **Субъективным проявлением монотонии является:**

- 1) скука;
- 2) апатия;

- 3) притупление внимания;
- 4) усталость;
- 5) утомление.

### **Функциональное состояние утомления**

Различают три вида утомления: *физическое, умственное, эмоциональное.*

**Утомление** – это нормальное функциональное состояние, возникающее в спортивной и профессиональной деятельности. При утомлении прежде всего изменяется регуляция деятельности физиологических систем организма, нарушается устойчивость вегетативных функций, ухудшаются показатели функциональных проб, снижаются психофизиологические резервы.

Острое утомление сопровождается повышением реактивной тревожности, ухудшением САН, возрастанием ЧСС, МОД, уменьшением проб «Штанге и Генча». Самостоятельно проходит после ночного отдыха. В первую очередь происходит утомление систем управления: ЦНС и эндокринной системы. Далее – утомление систем жизнеобеспечения: ССС и СД. Утомление системы движения происходит в последнюю очередь – страдает нервно–мышечный аппарат.

Существует ряд теорий утомления, разработанных отечественными физиологами И.М. Сеченовым, И.П. Павловым, А.А. Ухтомским, В.В. Розенблатом.

**Теория торможения или центрально–норковая.** Согласно этой теории, при длительной мышечной работе в нервных центрах возникает охранительное торможение, приводящее к снижению функции ЦНС: снижению условных и безусловных рефлексов, темпа движений, нарушению координации движений.

Теорию торможения дополняет **«теория истощения»**, согласно которой при использовании части энергетического материала (АТФ, КФ) и пластического (К, Ма, белки) происходит

снижение функций систем движения, управления и жизнеобеспечения.

**Теория «засорения»**, согласно которой в организме накапливаются метаболиты (молочная и угольная кислоты), которые изменяют рН крови в кислую сторону, что в свою очередь ухудшает функции ЦНС, ВНС, КРС.

**Теория «удушения»**. Согласно этой теории, в ЦНС и нервно–мышечном аппарате возникает гипоксия вследствие нехватки кислорода, доставку которого лимитирует КТС. Особенно эта теория подходит для утомления при работе в зоне умеренной и большой мощности.

### **Фазы утомления**

**Фаза полной компенсации** характеризуется появлением начальных признаков утомления, которые можно целиком компенсировать волевым усилием и положительной мотивацией к работе. Субъективно появляется чувство усталости. длительность фазы компенсации, как правило, мала. Состояние неустойчивой компенсации проявляется нарастанием утомления, снижением работоспособности. Появляются ошибки, увеличивается ЛП сенсомоторных реакций, снижается КЧСМ. Показатели работоспособности удается частично сохранить за счет эмоционально–волевого напряжения человека. Наблюдается в конце дистанции.

**Фаза прогрессивного снижения работоспособности**. Наступает при продолжительной деятельности. развивается дальнейшее утомление, ухудшаются показатели работоспособности, повышается напряженность функций всех физиологических систем.

**Биологическое значение утомления:** защищает ЦНС от перенапряжения и истощения; является основой адаптации, так как мобилизуются резервные возможности организма.

При дальнейшей работе ослабевает возбудительный процесс и развивается запредельное торможение, которое

предохраняет нервные клетки от глубоких функциональных нарушений. Например, солдаты спят стоя в седле, шоферы–дальнобойщики за рулем. Все периоды работоспособности могут рассматриваться как самостоятельные функциональные состояния.

### **Состояние хронического утомления**

Это пограничное функциональное состояние, возникающее в результате многократного воздействия интенсивной профессиональной, спортивной нагрузки при неполном восстановлении от предыдущей нагрузки.

Характеризуется наличием субъективных и объективных признаков утомления еще до начала работы, выраженным напряжением физиологических функциональных систем (например, ССС), значительным снижением работоспособности. Причиной хронического утомления являются: превышение нормативов нагрузки, отсутствие условий для полноценного отдыха, несоответствие сложности поставленной задачи уровню профессиональной подготовленности.

**Субъективными признаками** хронического утомления являются: ощущение усталости до начала работы, повышенная утомляемость, общая слабость, вялость, разбитость, головная боль, тяжесть и шум в голове, снижение аппетита, затрудненное засыпание.

**Объективными признаками** хронического утомления являются: снижение силы и выносливости, появление тремора пальцев, век и языка, выраженный дермографизм, потливость, увеличение ЛП сенсомоторных реакций, увеличение числа ошибок, снижение координации (запинается на ровном месте).

## **Функциональное состояние переутомления**

Является патологическим состоянием, возникающим в результате Многократного длительного воздействия интенсивной профессиональной или спортивной нагрузки, характеризуется изменением физиологических функций и резким снижением эффективности деятельности.

**Субъективным** проявлением переутомления является астеническое состояние: постоянное чувство усталости, апатия, головная боль, головокружение, потеря аппетита, раздражительность, боли в мышцах, сердце, нарушение сна.

Объективно: хуже двигательная координация, снижается внимание, повышается потливость, одышка, потеря массы тела, тахикардия, усиление сухожильных рефлексов, хуже вестибулярные тесты, хуже выполняются ортостатические пробы.

Состояние конечного порыва (финишный рывок) наблюдается при завершении работы, дистанции и происходит за счет волевого фактора на фоне эмоционального подъема.

## **Функциональное состояние оптимальной работоспособности**

Определяется, как способность выполнять спортивную деятельность с заданной эффективностью. Условием оптимальной работе способности является достаточный уровень мотивации, обученности и состояния здоровья.

В динамике оптимальной работоспособности можно выделить следующие периоды:

- 1) оперативного покоя;
- 2) устойчивой оптимальной работоспособности;
- 3) полной компенсации;
- 4) неустойчивой компенсации;
- 5) конечного порыва;
- 6) прогрессивного снижения работоспособности.

Длительность этого функционального состояния зависит от:

- 1) исходного состояния организма;

- 2) интенсивности работы;
- 3) сложности выполняемых задач.

### **Контрольные вопросы по разделу 5**

1. Что представляет собой состояние функционального комфорта; функциональной монотонии; функционального утомления; состояния хронического утомления?
2. Перечислите объективные и субъективные признаки хронического утомления.
3. Перечислите субъективные признаки функционального состояния переутомления.
4. Что представляет собой состояние оптимальной работоспособности?

## **6 ПОНЯТИЕ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ СПОРТСМЕНОВ**

**Функциональное состояние спортсменов** – это совокупность различных характеристик физиологических и психологических процессов, определяющих уровень активности функциональных систем организма, особенности жизнедеятельности, работоспособность и поведение человека. Например, о функциональном состоянии спортсмена можно судить по показателям САН, ПЗМР, ЛМ, ВНС, АД, ЖЕЛ, МЛВ, содержанию эритроцитов, МПК, ПСД по РУФЪЕ, ИГСТ и др.

Функциональное состояние представляет собой динамическое явление, возникающее в результате активного взаимодействия организма с внешней средой в процессе спортивной деятельности. Например, во время спортивной игры, марафонского или спринтерского бега, спортивных противоборствах. Функциональное состояние зависит от слаженной работы различных функциональных систем организма: ЦНС, ВНС, КТС, ЖВС и системы движения.

**Функциональное состояние обладает достаточно высокой степенью устойчивости**, допуская колебания параметров отдельных функций только в *определенных пределах*. Например, максимальная величина ЧСС может колебаться в пределах 170–190 уд/мин, максимальная МОК от 20 до 30 л/мин, МЛВ 150–180 л/мин и т.п. Изменение вида функционального состояния приводит к перестройке связей между элементами функциональных систем, что проявляется в изменении эффективности выполняемой деятельности. Например, при утомлении падает скорость передвижения, техника выполнения упражнения и т.п.

Применительно к физиологии труда и спорта понятие «функциональное состояние» необходимо для определения

возможности человека выполнить конкретный вид профессиональной или спортивной деятельности.

### **Классификация функциональных состояний**

Классификация необходима чтобы распределить ФС по надежности, цели деятельности, степени напряженности регуляторных механизмов гомеостаза и адекватности ответной реакции. Классификация функциональных систем проводится по состоянию критерий.

**Под надежностью функциональной системы** понимают вероятность выполнения поставленных задач профессиональной или спортивной деятельности в заданных параметрах. Например, пробежать марафонскую дистанцию.

**Таблица 3 –Классификация функциональных систем**

<b>Состояния</b>	<b>Критерии</b>
1. Допустимые 2. Недопустимые	Надежность и цена деятельности
1. Нормальные 2. Пограничные 3. Патологические	Степень напряженности регуляторных механизмов
1. Адекватной мобилизации 2. Динамического рассогласования	Адекватности ответной реакции организма требованиям выполнения деятельности

**Цена деятельности** – это величина физиологических и психофизиологических затрат на данном уровне. Исходя из этих критериев, они и делятся на допустимые и недопустимые.

**Недопустимым** является такое функциональное состояние, при котором эффективность деятельности выходит за границы заданных параметров (например, ЛВР=300мс, молочная кислота 10м/моль) или появляются признаки переутомления.

**К допустимым** функциональным состояниям относятся такие, которые укладываются в верхние физиологические пределы. Например, ЧСС на тренировке 170–190 уд./мин.

**К нормальным функциональным состояниям** относятся те, при которых сохраняется заданный уровень деятельности, а ее физиологическая цена не превышает возможности гомеостаза (способность поддерживать состояние внутренней среды). Например, артериальное давление и температура колеблются в пределах нормы.

При **патологических функциональных состояниях** необходимая надежность деятельности не обеспечивается, а ее цена превышает возможности гомеостаза. Например, без связи с мощностью работы возникает очень большой КД или высокие АД и ЧСС.

**Пограничное функциональное** состояние характеризуется снижением надежности или неадекватностью параметров гомеостаза. Например, при пробе Руффье–Диксона наблюдается слишком высокая ЧСС (т.е. при легкой физической работе). В основе развития пограничных состояний лежат нарушения деятельности регуляторных механизмов. Например, если продолжает снижен САН, но спортсмен продолжает тренироваться и участвовать в соревнованиях, то у него повышается температура или артериальное давление, или в крови накапливаются метаболиты.

При патологических состояниях возникают нарушения функций органов и систем. Например, нарушение ритма ЧСС, тахикардия, уменьшается МОК и т.п.

**Состояние адекватной мобилизации** характеризуется полным отсутствием степени напряжения функциональных систем, предъявляемых нагрузкой. Например, на слабую нагрузку – легкий сдвиг показателей КРС, ЦНС; на сильную нагрузку – значительные. Все виды адекватной мобилизации относятся к разрешенным состояниям.

**Состояние динамического рассогласования** развивается при чрезмерных нагрузках по интенсивности и по продолжительности. Ответная реакция организма становится

неадекватной нагрузке. Например, на легкую нагрузку – значительные физиологические сдвиги.

### **Контрольные вопросы по разделу 6**

1. Объясните, как Вы понимаете понятия: «надежность функциональной системы», «цена деятельности»?
2. Что представляет собой состояние адекватной мобилизации, состояние динамического рассогласования?

## **7 СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНА**

### **Понятие о функциональной подготовленности**

Под функциональной подготовленностью понимают спортсмена согласованность функционального состояния всех компонентов в целом, уровень которой и определяет результативность спортивной деятельности (В.С. Фомин, 1985, 1997).

**Уровень функциональной подготовленности** определяется мощностью, емкостью и производительностью функциональных резервов организма. Например, величиной МЛВ, МОК и другими показателями.

Функциональную подготовленность определяют две основные системы: система управления и система исполнения.

**Систему управления** составляют психологические резервы и резервы нейродинамической системы.

**Систему исполнения** составляют энергетические резервы и резервы двигательной системы.

### **Понятие о функциональных резервах**

**Функциональные резервы** – это эволюционно детерминированная способность органа, системы органов и организма в целом значительно увеличивать интенсивность своего функционирования по сравнению с уровнем покоя. Например, легочная вентиляция в покое равна 3–5 л, а при работе в максимальной и субмаксимальной зоне мощности достигает 180–200 л. В структуре функциональных резервов спортсмена выделяют: **биохимические, морфологические, психологические**, мощность которых увеличивается с ростом уровня тренированности.

Морфофункциональной основой функциональных резервов являются:

- особенности структуры клеток, тканей, органов и систем;
- механизмы регуляции деятельности клеток, тканей, органов и систем, обеспечивающих поддержание гомеостаза, а также координацию работы системы движения и систем вегетативного обеспечения.

Под особенностями структуры клеток мышечной Ткани при гипертрофии понимают саркоплазматическое или миофибрилярное строение мышечных волокон.

Под особенностями строения или функциями о понимается различие, например, в ЖЕЛ, которая у пловцов и лыжников может достигать 5–7л.

Механизмы регуляции определяются функциональным состоянием ЦНС, ВНС, ЖВС, программами управления.

### **Выделяют три эшелона функциональных резервов:**

**Первый эшелон** мобилизуется при переходе от состояния относительного покоя к мышечной деятельности. Проявляется в скоро вработывания, длительности устойчивого состояния до признаков компенсированного утомления.

**Второй эшелон** используется для мышечной работы в условиях прогрессирующего утомления. Проявляется в противодействии утомлению: уменьшении СО при увеличении ЧСС, уменьшении длины шага, но увеличении частоты, уменьшении ГД (глубины дыхания, но увеличении ЧД).

**Третий эшелон** мобилизуется в экстремальных ситуациях в борьбе за жизнь. Проявляется в виде предельного функционирования систем жизнеобеспечения (ЧСС до 190–200 уд/мин, ЛВ 180 л/мин) до и прекращения обеспечения ме важных систем (например, мышечной), но продолжения кровоснабжения более важных (мозга), что наблюдается при кровопотере.

Знание понятия «функциональные резервы» позволит понять такие состояния, как функциональная подготовленность.

## Виды функциональных резервов



Рисунок 3 – Психологические резервы

**Мотивация**, т.е. установка на спортивный результат, оказывает огромное влияние. Например, слава, любовь, результат, большой гонорар, социальные блага.

**Под психоэмоциональным состоянием** спортсмена понимается самочувствие, настроение, активность. Оно может колебаться от очень плохого до очень хорошего, что существенно влияет на спортивный результат исследуется с помощью методики САН.

**Память** зависит от функционального состояния ЦНС. Проявляется в способности спортсменов запоминать и применять необходимые технико–тактические приемы в тренировочных и соревновательных упражнениях. Позволяет накопить большой арсенал технических приемов и упражнений.

**Внимание** также зависит от функционального состояния ЦНС. Проявляется в способности спортсменов концентрировать свои сенсорные системы (зрение, слух) и долго удерживать во времени, а также видеть, как можно большее число и для анализа и прогнозирования ситуаций (особенно важно в спортивных играх). Увеличивается с ростом квалификации спортсмена.

Под **мышлением** в спорте понимается тактическое мышление, которое необходимо в спортивных играх и единоборствах. Проявляется в способности спортсмена использовать экстраполяцию и импровизацию. Примерами высокого тактического мышления являются такие спортсмены, как Пеле, Харламов и др.

### **Резервы нейродинамической системы**

Резервы нейродинамической системы подразделяются на резервы **центральной, соматической и вегетативной нервной системы**.

Резервы ЦНС проявляются в виде возбудимости, подвижности лабильности, уравновешенности. выносливости (устойчивости функционирования), статической и статокINETической устойчивости.

**Возбудимость нервной системы** определяется быстротой ответных простых и сложных двигательных реакций в ответ на зрительные слуховые, вестибулярные и комплексные раздражители. Чем короче ЛВР на эти раздражители, тем выше функциональное состояние ЦНС, тем выше функциональная подготовленность, тем выше квалификация спортсмена.

**Подвижность нервной системы** определяется быстротой смены процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Проявляется темпом и ритмом движений, быстротой (временем) технико–тактической перестройки при смене ситуации во время выполнения соревновательных упражнений. Необходимо проявить в спортивных играх, противоборствах.

Лабильность нервной системы или скорость протекания нервных процессов протекает при выполнении взрывных усилий (толчок, рывок, скачок и т.п.), стартовой скорости, быстро сенсомоторного реагирования.

**Выносливость нервной системы** определяется способностью спортсмена поддерживать длительное время определенный темп движений, а также сохранить

помехоустойчивость действию очень сильных раздражителей – свет, шум, вибрация и т.п. Зависит от типа с ЦНС утомления, питания, тренированности.

**Статическая и статокинетическая устойчивость** определяет способность сохранять положение тела в пространстве при выполнении упражнений. Зависит от врожденных свойств вестибулярной сенсорной системы и ЦНС, в целом повышается по мере тренировки. Необходимо проявить в гимнастике, акробатике фигурном катании конькобежном спорте и т. п

Резервы вегетативной нервной системы проявляются в способности поддерживать высокий уровень функционирования систем жизнеобеспечения. От функций ВНС зависит скорость вработывания, длительность устойчивого состояния, быстроты восстановления. У спортсменов тренируется как симпатический, так и парасимпатический отделы ВНС.

Симпатический отдел ВНС запускает механизмы вработывания КТС: позволяет быстро повысить ЧСС, АД, выброс адреналина, уровень сахара в крови.

Парасимпатический отдел ВНС усиливает свои влияния в восстановительном периоде. Направлен на восстановление энергетических запасов в СССДС. ЦНС, мышечной системе. Проявляется в покое в виде брадикардии и спортивной гипотонии.

### **Энергетические резервы**

Об энергетических резервах судят по степени развития аэробной и анаэробной систем энергообеспечения.

Аэробная система энергообеспечения зависит от тренированности кислородтранспортной системы (сердечно–сосудистая, дыхательная система, система крови), которая лимитирует (ограничивает) возможности проявления выносливости у спортсменов в циклических видах спорта.

Анаэробная система энергообеспечения лимитирует возможности силовых и скоростно–силовых видах спорта, в которых работа протекает в максимальной и субмаксимальной зоне мощности. У квалифицированных спортсменов, тренирующихся в этих зонах мощности, креатин–фосфатная и лактацидная системы более емкие.

### **Резервы системы движения**

Определяются уровнем развития основных двигательных качеств: **силы, быстроты, выносливости, ловкости, гибкости.**

Например, резервы силы у некоторых спортсменов проявляются в способности перемещать автомобили, самолеты, вагоны и т.п.

Резервы качества гибкости проявляются в способности проявлять сверх гибкость (мосты, колеса, шпагаты, выкруты).

Резервы быстроты в способности создать сверхвысокий темп движений или показать очень быструю реакцию на раздражитель ОВР–120–140мс).

Резервы ловкости или координационные способности проявляются в способности отдельных людей ходить по канату на большой высоте.

Резервы выносливости проявляются в способности преодолевать сверхдлинные дистанции (от 40 до 70 км) в зависимости от вида.

Под влиянием тренировочного процесса в **двигательном аппарате** повышается возбудимость и лабильность работающих мышц повышается чувствительность их проприорецепторов, увеличивается температура и снижается вязкость мышечных волокон. В мышцах открываются дополнительные капилляры, которые значительно увеличивают их кровоснабжение при мышечной работе.

**В зависимости от мощности работы** в мышцах активируются разные двигательные единицы: при небольшой интенсивности работы лишь медленные ДЕ, при повышении

мощности работы промежуточные, мало возбудимые, но наиболее мощные быстрые ДЕ активируются при работе в зоне максимальной мощности.

### **Методика оценки уровня функциональной подготовленности**

С целью комплексной оценки функциональной подготовленности спортсмена, В.С. Фомин в 1985 г. предложил систему математического преобразования физиологических результатов исследования в нормализованные единицы, которые позволяют оценивать их в единой системе измерения – баллах и построить профиль функциональной подготовленности.

### **Контрольные вопросы по разделу 7**

1. Что входит в понятие функциональные резервы?
2. Назовите три эшелона функциональных резервов.
3. Что представляют собой резервы нейродинамической системы?
4. Что такое энергетические резервы и как их определяют?
5. Что представляют собой резервы системы движения?

## **8 ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ И СТАТОКИНЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА**

К статокинетическим относят все виды воздействий, влияющих на функциональную систему анализаторов, воспринимающих пространство, и осуществляющую функцию равновесия тела. Такие воздействия возникают как при активных, так и при пассивных перемещениях в пространстве. Под статокинетической устойчивостью понимается способность указанной системы анализаторов сохранять в этих условиях стабильную деятельность и обеспечивать высокий уровень профессиональной работоспособности человека. Статокинетическая устойчивость тесно связана с вестибулярной (с проблемой укачивания и болезни движения), но в отличие от нее характеризует устойчивость человека не только к вестибулярным стимулам, но и к раздражителям, адресованным к другим анализаторам (зрительному, проприоцептивному, двигательному и др.). Статокинетическая устойчивость более адекватно отражает резистентность человека к комплексному воздействию раздражителей, возникающих в процессе перемещений в пространстве, чем изолировано определяемые вестибулярная, оптокинетическая и другие виды устойчивости.

Первые сведения о проблеме статокинетической устойчивости встречаются в трудах Н.Н. Лозанова (1938 г.), который определил это понятие. Проблема укачивания и болезни движения имеет свою историю. С развитием мореплавания появились работы, касающиеся морской болезни. Позднее, с появлением новых видов транспорта были описаны автомобильная, воздушная, железнодорожная, и другие формы «болезни движения». Вплоть до конца XIX века исследования по этой проблеме касались преимущественно тщательного описания клиники и динамики болезни движения. Примерно к 60-м годам

XX столетия была экспериментально разработана «отолитовая» теория укачивания, и тем самым создана научная основа основных путей профилактики и лечения болезни движения.

Системой, воспринимающей воздействие линейных, угловых и Кориолисовых ускорений, является вестибулярный аппарат, расположенный в лабиринте внутреннего уха рядом с улиткой, состоящий из отолитового органа и полукружных каналов. Вестибулярный аппарат имеет обширные нервные связи с мозжечком и различными зонами коры головного мозга, особенно с двигательной. Эти связи обеспечивают интеграцию информации, поступающей от периферических рецепторов, что позволяет регулировать положение тела в пространстве. Помимо воздействия на вестибулярный аппарат ускорения оказывают влияние и на ряд других органов и систем организма, в том числе на все механорецепторы (проприо–интерорецепторы, кожно–механические). При действии ускорений на вестибулярный аппарат человека могут возникать: нистагм, вестибулосоматические (со стороны поперечно–полосатой мускулатуры туловища и конечностей), вестибулосенсорные реакции, вестибуловегетативные расстройства (укачивание, болезнь движения).

Вестибулярный нистагм – ритмическая глазо–двигательная реакция, возникающая при раздражении полукружных каналов. Его регистрация широко используется для оценки состояния вестибулярной функции. Взаимодействуя с оптикомоторными рефлексамии, он может оказать существенное влияние на функцию и работоспособность зрительного анализатора, способствовать развитию иллюзий.

Вестибулосоматические реакции проявляются в отклонениях туловища и конечностей при раздражениях вестибулярного аппарата. Они являются важнейшим звеном в сохранении и поддержании равновесия тела на земле, в осуществлении необходимой координации движений. Эти

реакции рассматриваются как вторичные по отношению к сенсорным реакциям вестибулярного происхождения.

Вестибулосенсорные реакции проявляются в виде ощущений вращений, противовращения, линейных перемещений вперед, назад, влево, вправо и вверх, вниз. Они также могут проявляться как различные иллюзии пространственного положения.

Вестибуловегетативные реакции сопровождаются симптомокомплексом вегетативных расстройств, ухудшением общего самочувствия и снижением работоспособности. Как правило, они возникают при воздействии на вестибулярный аппарат Кориолисовых ускорений, когда одновременно раздражаются отолиты и полукружные каналы. Вестибуловегетативные реакции сопровождаются нарушениями функций ЦНС, слюноотделением, тошнотой, рвотой. Отчетливые изменения развиваются со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма. Кроме того, появляются вялость, слабость, повышенная утомляемость, головокружение, сонливость, головная боль. Отмечается бледность кожных покровов, холодный пот. В ряде случаев ухудшается умственная и физическая работоспособность. Выделяют две формы болезни движения: скрытую (с легким течением) и явную (с выраженными симптомами). Термин «болезнь движения» условен, поскольку возникающие расстройства и симптомы значительно уменьшаются сразу после прекращения воздействия и в большинстве случаев исчезают в течение нескольких последующих часов.

Вестибулосенсорные, вестибулосоматические и вестибуловегетативные реакции, возникающие при выполнении различных видов профессиональной деятельности, создают условия, вызывающие утомление. Установлено, что важнейшие центры головного мозга и рецепторные образования вестибулярного аппарата при воздействии на них ускорений находятся в состоянии физиологического возбуждения с

соответствующей активацией метаболических процессов. Это, в свою очередь, требует повышенной доставки кислорода и энергетических ресурсов в данные центры и рецепторы, в том числе и в эндолимфуозного лабиринта. Поступление веществ зависит от объема циркулирующей крови в сосудах внутреннего уха.

Помимо вышеуказанных моментов на данные процессы могут влиять и статокINETические воздействия, которые приводят к динамическому нарушению в системе «слуха», обеспечивающей питание лабиринта.

Очевидно, в этих случаях наступает относительная недостаточность кислородного и энергетического обеспечения, что влечет за собой ухудшение функционального состояния, относительную гипоксию и энергетическое голодание важнейших центров головного мозга и самих вестибулярных образований.

В крови тканях головного мозга повышается содержание недоокисленных продуктов, особенно лактата. Снижение рН крови приводит к снижению активности цикла Кребса и уменьшению выработки АТФ, что является серьезной угрозой для гомеостаза тканей и организма в целом.

Все это в большой степени касается тех, кто подвержен качиванию. Таким образом, из лимитирующих факторов, определяющих переносимость экстремальных, в том числе и статокINETических воздействий, является кислородный долг, нарушение тканевого дыхания в головном мозге, а также накопление недоокисленных продуктов.

К этому можно добавить, что в условиях возбуждения ЦНС происходит резкое увеличение всего углеводного обмена в целом, включая его аэробную фазы. В условиях снижения кислородного обеспечения тканей роль аварийного механизма обеспечения выполняет анаэробный гликолиз, что приводит к бурному распаду глюкозы и еще большему накоплению молочной кислоты и других шлаков.

Длительные космические полеты, пилотирование самолетов пятого поколения, рост спортивного мастерства и повышение объема и интенсивности физических нагрузок предъявляют повышенные требования к статокINETической устойчивости организма человека. Все это остро ставит вопрос о повышении статокINETической устойчивости и совершенствовании медико–биологического обеспечения деятельности в условиях воздействия экстремальных факторов окружающей среды. Особо актуальной остается проблема отбора, подготовки и реабилитации лиц, находящихся в данных условиях профессиональной деятельности.

В последние годы (В.И. Усачев, В.Р. Герман, В.Е. Корюкин, Ю.К. Янов) убедительно доказали, что вестибулярный аппарат не имеет прямого выхода на эффекторные исполнительные органы, и по этой причине не может обеспечивать самостоятельно статокINETическую устойчивость у человека. Вестибулярный аппарат является многомерным биологическим преобразователем механической энергии угловых и линейных ускорений в сигналы о положении головы и тела в пространстве (В.А. Кисляков). Он всего лишь является частью общей системы организма, обеспечивающей совместно со зрительной, проприорецептивной, интероцептивной и тактильными системами анализаторов взаимодействие человека с внешней средой. Поэтому ответная реакция организма на внешние статокINETические воздействия является продуктом суммарной интеграции всех сенсорных систем, а не отдельно взятой вестибулярной.

Указанное положение ориентирует специалистов, занимающихся совершенствованием средств и методов оценки и повышения статокINETической устойчивости, на применение нового методологического подхода с позиции общепринятой теории функциональных систем организма человека (П.К. Анохин, 1975, 1980 г.г.). Этот подход должен формироваться на основании следующих теоретических положений:

Целостный подход к оценке реакций организма на внешние динамические воздействия, в основе которых лежит организующая роль ЦНС в формировании единой для всего организма функциональной системы статокINETической устойчивости. Основной целью формирования ЦНС единой функциональной системы статокINETической устойчивости является достижение конечного приспособительного результата для всего организма, приспособительного результата действия, обеспечивающего оптимальные показатели по пространственной ориентировке, координации движений и в конечном итоге – высококачественной профессиональной деятельности.

Единая функциональная система статокINETической устойчивости, реализуя принцип доминанты над множеством функциональных систем организма, на основе мультианализаторного афферентного синтеза заблаговременно формирует программу предстоящего действия по достижению полезного приспособительного результата (акцептор результата действия). И на основе афферентной обратной связи постоянно контролирует, а в случае необходимости и корректирует, действие соподчиненных функциональных систем для достижения цели (приспособительного результата). Данный методологический подход ориентирует исследователей на разработку перспективных средств и методов оценки и повышение статокINETической устойчивости у операторов транспортных средств, и спортсменов, на оптимизацию процессов ЦНС, на повышение устойчивости и слаженному взаимодействию в работе всех анализаторных систем к всевозможным динамическим воздействиям. Этот подход способствует сохранению высокой операторской и физической работоспособности при воздействии экстремальных факторов окружающей среды на организм человека.

В целях сохранения и повышения статокINETической устойчивости, а также медико–биологического обеспечения деятельности человека в экстремальных условиях, в нашей

стране и за рубежом применяются различные методики с использованием фармакологических препаратов и адаптогенов, активные и пассивные тренировки оптического, вестибулярного, проприоцептивного, интероцептивного и тактильного анализаторов, специальные физические упражнения.

Повышение статокINETической устойчивости исходя из принципов системного подхода является существенным аспектом в системе восстановления–реабилитации, а также мероприятий, направленных на повышение уровня профессиональной работоспособности, надежности и безопасности выполнения различных видов деятельности человека.

На основе теории функциональных систем применительно к целостному организму и формированию статокINETической устойчивости следует еще раз рассмотреть динамику физиологических процессов, обеспечивающих достижение данной цели.

Нейрофизиологической основой афферентного синтеза является конвергенция множества возбуждений различной модальности на нейронах коры головного мозга. Обработка этих возбуждений нейронами при помощи ряда возбуждений, физиологический смысл которых состоит в том, что они обеспечивают успешность протекания стадии афферентного синтеза. К таким процессам относятся:

- корково–подкорковая реверберация возбуждений;
- увеличение дискриминационной способности нейрона к частоте импульсации;
- увеличение конвергентной способности отдельных нейронов под влиянием доминирующей мотивации;
- обстановочная афферентация (воздействие на организм совокупности внешних факторов, создающих конкретную обстановку, на фоне которой разворачивается приспособительная деятельность), пусковая афферентация (реализация уже сформированной предпусковой интеграции

возбуждений в поведенческий акт);

– память.

Все заканчивается принятием решения, в основе которого лежит освобождение организма от чрезвычайных степеней свободы. Аfferентный синтез обеспечивает постановку цели, прогнозирует признаки будущего действия. Акцептор результата действия осуществляет сопоставление, сравнение и оценку основных параметров результата.

В настоящее время доказано, что в основе устойчивости человека к внешним воздействиям при пассивном и активном перемещении в пространстве лежит оптимальное функционирование статокINETической функциональной системы (В.И. Усачев, В.Р. Гофман, В.Е. Корюкин).

Указанная система осуществляет пространственную ориентировку, равновесие тела в статике и динамике, коррекцию произвольных движений, а также оптимальное функционирование жизненно важных органов, систем человека и его работоспособность.

Функциональная статокINETическая система – динамическая саморегулирующаяся организация, избирательно объединяющая периферические и центральные органы для достижения приспособительного результата. Функциональная статокINETическая система включает в себя вестибулярный, проприоцептивный, интероцептивный, зрительный и тактильный анализаторы. Исполнительные органы – костно–мышечный аппарат, легкие, печень, желудочно–кишечный тракт, железы внутренней секреции.

Функциональная статокINETическая система осуществляет анализ и синтез информации об условиях внешней среды, обеспечивая нормальный уровень формирования гуморальной, эндокринной и иммунной активности, определяет цель действия.

Проведенные многолетние исследования в РГНИИ ЦПК им. Ю.А.Гагарина, Челябинском авиационном институте штурманов и Уральской академии физической культуры показали, что

статокинетическое воздействия оказывают влияние на многие функции организма, о чем, к примеру, свидетельствуют феномен вестибулокардинального рефлекса, проявляющийся в виде переходящей частичной атриовентрикулярной блокады I–II степени (В.Н.Алексеев), что в значительной степени способствует изменению надежности функциональных состояний у операторов и спортсменов.

Было установлено, что в результате специальных тренировок с применением автономных динамических стендов изменений сердечного ритма у данных лиц не отмечалось. Повышается устойчивость не только к факторам, вызывающим болезнь движения, но и в определенной степени изменяется устойчивость к воздействиям, оказывающим влияние на функции центральной нервной системы и головного мозга.

Данный факт позволяет предложить наличие неспецифического эффекта этих тренировок, распространяющихся на механические воздействия в области головы. Нами также было выявлено, что целевые тренировки с применением новых технологий и детензотерапии оказывают благоприятное влияние на психофизиологические процессы: внимание, память, сенсомоторные реакции, нистагм, вегетативный тонус и др. В проводившихся нами исследованиях доказано, то наиболее слабым звеном в функциональной подготовленности человека является статокинетическая устойчивость.

В цели оценки и повышения статокинетической устойчивости, а также оптимизации функционального состояния организма человека вами были разработаны новые методики и технологии. Данные позволили определить состояние вестибулярной функции с применением «самостимуляции» ампулярных рецепторов и самовращения на стенде «Волчок». Оценить функцию равновесия, при воздействии оптокинетической стимуляции. А так же ориентацию в пространстве с использованием закрытых очков в сочетании с

ходьбой на степэргометре «Кетлер». Для оптимизации функционального состояния организма и восстановления нистагма проводилась детензотерапия. Вестибулярные исследования и тренировки осуществлялись в двух вариантах. В первом варианте применялась методика, основанная на самостимуляции рецепторов вестибулярного аппарата. Вращения от биопотенциалов были выполнены на специальном стенде, снабженном биологической обратной связью.

Во втором варианте использовался автономный динамический стенд «Волчок», вращение которого осуществлялось путем передачи вращательного момента на ось pedalного привода, т.е. обследуемый вращал себя сам. При самовращениях регистрировался вестибулярный нистагм при закрытых глазах обследуемого. Эта ритмичная глазодвигательная реакция возникает при действии угловых ускорений. Колебания глаз при этом содружественны и состоят из ритмичного чередования противоположно направленных медленных и быстрых поворотов глаз. Нистагм считается объективным, развернутым во времени классическим феноменом. Он возникает в результате взаимодействия зрительной и вестибулярной систем при активном участии структур большого мозга, части и мозжечка.

Нистагм индивидуален у каждого обследуемого. Его диагностическая ценность очевидна. Реакция существенно зависит от всего функционального состояния организма. При пессимальном состоянии организма нистагм приобретает тонический характер. При оптимальном он проявляется как четкая фазнотоническая реакция, состоящая из быстрой и медленной фаз.

На основе «самостимуляции» получен феномен неугасающего нистагма вследствие вхождения вестибулярной системы в автоколебательный режим. В результате этого процесса регистрируются правосторонние и левосторонние пакеты нистагматических веретен. Последние могут быть как

симметричными, так и несимметричными. Симметричные и короткие веретена свидетельствуют о хорошей вестибулярной устойчивости. Веретена несимметричные и продолжительные (более 20 сек) дают прогноз на пониженную и низкую вестибулярную устойчивость.

**Автономный динамический стенд «Волчок»** (А.С–29789, В.Н. Алексеев Р.Р.Каспранский) предназначен для тренировок специалистов авиакосмического профиля, моряков, спортсменов различных видов спорта, имеющих пониженную вестибулярную устойчивость.

Тренирующийся самостоятельно дозирует вестибулярную нагрузку по своим ощущениям. Простота изготовления и эксплуатация обуславливают высокий технико–экономический эффект применения стенда. Стенд портативен, не требует специального помещения и электропитания. дополнительного технического и медицинского персонала. Система фиксации обеспечивает безопасность тренировки. В целях контроля тренировочного процесса при самовращениях нами осуществлялась регистрация нистагма.

За два последних десятилетия достигнуты определенные успехи в изучении морфологических и физиологических особенностей вестибулярной системы. Однако в проблеме вестибулярной устойчивости очень мною нерешенных задач, которые должны стать предметом углубленном исследования различных направлениях. Одно из направлений– изучение статокINETической устойчивости человека в разделах физиологии и спортивной медицины. Другое определение границ физиологической нормы устойчивости ,для оценки функциональной подготовленности лиц к операторской и спортивной деятельности.



**Рисунок 4 – Автономный динамический стенд «Волчок»**

Вестибулярная система включает в себе большие потенциальные возможности по проблеме межцентральных отношений. Это следует из факта обширных биологически обусловленных связей вестибулярного аппарата почти со всеми жизненно важными образованиями головного мозга.

Методики применения ускорений, разрабатываемые на протяжении ряда лет исследования вестибулярной функции, позволили объяснить многие особенности вестибулярных реакций. Все эти тесты имеют свои особенности и недостатки. Они могут применяться в целях профотбора, контроля и подготовки человека к динамическим воздействиям при активных и пассивных перемещениях в пространстве. Поэтому данные методики используют в основном в лабораторных условиях и человека помещают в механические системы.

К сожалению, мы очень мало знаем относительно вестибулярной функции при естественных условиях стимуляции. Полукружные каналы и отолиты вестибулярного аппарата

выступают, по существу, в качестве участников двигательных функциональных функций, однако степень их участия в этом довольно трудно определить. Причиной этому является тот факт, что понятие «естественная активность вестибулярной системы» значительно препятствует исследованию как в смысле манипуляции и измерения раздражителя, так и использовании специфических критериев раздражения полукружных каналов и отолитов, которые пригодны для измерения [3].

Поэтому исследователь должен прибегать к искусственному раздражению каналов и отолитов или же обоих вместе, чтобы выявить ненормальные или нормальные реакции, которые могут быть измерены. Поступая так он вызывает у восприимчивых лиц реакции, аналогичные тем, которые возникают в различных транспортных средствах, воспроизводящих необычные виды ускорений, но с той существенной разницей, что в условиях лаборатории раздражающие воздействия находятся под контролем экспериментатора. Поэтому в целях дополнения вращательных проб, а также для исследования естественных механизмов поведения необходимо применять комбинированные тесты для воздействия не только на вестибулярные образования, но и на другие системы анализаторов. Их преимущество заключается в исследованиях, протекающих в естественных условиях. Комплекс методов включает в себя отдельные испытания на равновесие или ходьбу в строго определенной позе и положении рук. Так называемые тесты «позного равновесия», а также дополнительно – «пробу письма» и шаговую пробу «ходьба на месте». Все тесты, несмотря на кажущуюся простоту выполнения, требуют от обследуемых собранности и внимания. Полученные результаты индивидуальны для различных лиц, методики просты и могут применяться многократно, т.к. они не оказывают существенного влияния на статокинетику организма и лишь выявляют ее недостатки с их количественной оценкой.

В целях дополнения выше изложенных методов, нами были разработаны комбинированные пробы на оценку равновесия в

условиях оптокинетической стимуляции, пространственной ориентации в сочетании с ходьбой на «Кетлере», а также тест с воздействием антигравитации на организм с применением устройства «Детензор». Усложнённые тесты на равновесие и ориентацию в пространстве проводились нами в условиях поведения, близких к естественным, в целях дополнительной дифференциальной диагностики статокинетической устойчивости. Для этого использовался стенд оптокинетических раздражителей, предназначенный для определения склонности обследуемого к иллюзии пространственного положения, а также изучения физиологического взаимодействия зрительного, вестибулярного и проприоцептивного анализаторов. Стабилографическая платформа, на которой находился обследуемый, размещалась в центре вращающегося оптокинетического барабана с чередующимися под углом черными и белыми полосами.

Колебания центра тяжести тела (вперед–назад, вправо–влево) регистрировались по отношению к стабилографической платформе на фоне оптокинетической стимуляции. Одновременно регистрировался оптокинетический нистагм и частота прохождения полос. Положение обследуемого на платформе и вращение барабана создавали иллюзию противовращения в другую сторону. При этом возникали ощущения перевода на неустойчивую опору. Реакции обследуемых были строго индивидуальны. Они отражали функциональную способность зрительного анализатора к отслеживанию движущихся объектов в поле зрения.

Четкая выраженность оптокинетического нистагма, который совпадал по частоте с частотой мелькания полос, и небольшие колебания амплитуд стабилограмм позволяют прогнозировать нормальное формирование вестибулоспинальных рефлексов. При несовпадении частотных диапазонов и значительных колебаниях амплитуд стабилограмм равновесие, а также ориентация у обследуемых нарушались.

Такая закономерность не является случайной, если учесть, что рецепторы ориентации, в основном, возбуждаются и функционируют в процессе совершения движений, в том числе при различных перемещениях в пространстве. У человека, и особенно у животных, значительная часть совершаемых движений осуществляется для того, чтобы ориентироваться в пространстве, а ориентировка в пространстве в свою очередь совершается большей частью для того, чтобы двигаться. Иначе говоря, начальным и конечным звеном процесса сбора, переработки и использования ориентационной информации служат движения.

В условиях воздействия гравитации зрительные, слуховые, вестибулярные, обонятельные, тактильные рецепторы, а также проприорецепторы мышц и связок, висцеральные проприорецепторы играют важную роль в ориентации человека и животных в пространстве. Но зрительные и лабиринтные (полукружных каналов и отолитов) рецепторы имеют наибольшее значение, поскольку при их выключении нормальная ориентация в пространстве становится невозможной. Ориентация в пространстве при закрытых глазах осуществляется более или менее нормально посредством одних лабиринтных. Пространственная ориентация оценивалась нами в «естественных условиях поведения» с помощью специального устройства, закрепленного перед глазами – очков закрытого типа. Обследуемый был лишен зрительных ориентиров, позволяющих локализовать себя в пространстве. Ему было необходимо с помощью микровинтов выполнить манипуляции со светящимся диском и линией. Светящийся диск «Х» выставить горизонтально, а линию «У» – вертикально. Углы отклонения от горизонтальной и вертикальной плоскости регистрировались.

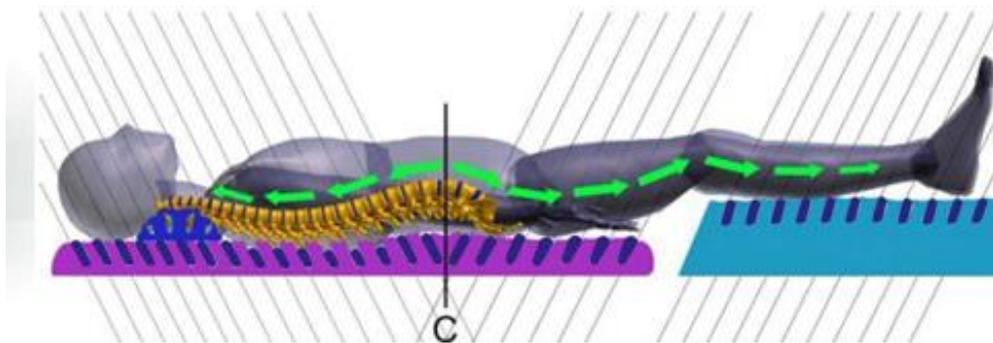
Были опробованы различные положения определения обследуемым пространственных координат – сидя, стоя и в позе Ромберга. В норме отклонения находились в пределах 0–3°. В

целях «нормализации» пробы ориентация определялась в условиях выполнения ходьбы на степэргометре «Кетлер».

Методика предусматривала выполнение легкой работы на «Кетлере» до достижения частоты сердечных сокращений 95–100 в минуту при открытых глазах. ЧСС измерялась с помощью специального датчика. После этого обследуемый продолжал восхождение в том же темпе и на нем закреплялось устройство. Следует отметить, что в данных условиях возникает «лифтовая реакция», т.к. голова человека перемещается в вертикальном положении вверх–вниз на 40–45 см. При этом действует отолитовый раздражитель и может появиться чувство дискомфорта. Определение пространственного образа здесь усложняется и не все обследуемые могут справиться с поставленной задачей без страховки. При выполнении теста углы отклонения по горизонтали и вертикали достигают 0–8°.

Проводившиеся нами исследования с применением рассмотренных выше новых технологий по изучению статокинетической устойчивости у лиц операторского профиля и спортсменов требуют соблюдения определенных правил. Они должны проводиться при добровольном согласии испытуемых, которые к положительно настроены на условия эксперимента, проявляют к ним определенный интерес и четко выполняют все инструкции. Легче всего эти работы проводить с определенной группой лиц, например, с нештатными испытателями, поскольку исследования можно повторить. Но самым главным из всех этих требований является то, что обследуемые должны находиться в нормальном функциональном состоянии. В противном случае будут получены далеко не точные результаты и данные. В переходных функциональных состояниях, при изменениях мышечного тонуса, начальных признаках утомления неприятных ощущениях в области спины и т.д. Выявлено, что вестибулярный нистагм приобретает тонический характер. Быстрая и медленная фазы нистагма не имеют четкой выраженности, а иногда он может и отсутствовать.

В данных случаях полезно применять детензотерапию. Терапевтическая система «Детензор» создана в 1980 году в Германии профессором Кинляйном и с успехом используется в клиниках терапевтического и ортопедического профиля. Метод «Детензотерапии» отвечает основным требованиям, предъявляемым к идеальной системе для восстановления позвоночника. Создаваемое длительное вытяжение позвоночного столба происходит в условиях релаксации и в оптимальных направлениях в сочетании с правильным функциональным положением позвоночника при сохранении его физиологических изгибов. Это обеспечивается эластичной конструкцией, имеющей наклонные ребра, положение которых меняется под действием веса тела пациента. При укладке пациента на систему формируются оптимально направленные силы вытяжения, строго зависящие от веса тела пациента, что в совокупности приводит к разгрузке кинематической системы позвоночника и исключает перерастяжение. Важными достоинствами настоящей системы является эмоциональный комфорт пациента в сочетании с коррекцией мышечного тонуса. При проведении терапии на пере же процедурах отмечается регулирование артериального давления до адаптивного уровня, как в случае повышения артериального давления, так и при наличии гемодинамических расстройств по гипотоническому типу. Детензотерапия позволяет качественно ликвидировать мышечно–тонические проявления, деблокировать позвоночно–двигательный сегмент щадящим тракционным воздействием в условиях длительной релаксации и комфортного психоэмоционального состояния пациента при продолжительности одного сеанса 30–40 минут. Количество процедур контролируется по выраженности и четкости нистагма. Применительно к нашим условиям детензотерапия проводилась комплексно с натурального климатического материала, изготовленного из шелухи кедровой шишки скорлупы кедрового ореха, запрессованные в смоле кедра, располагались вокруг терапевтической системы.

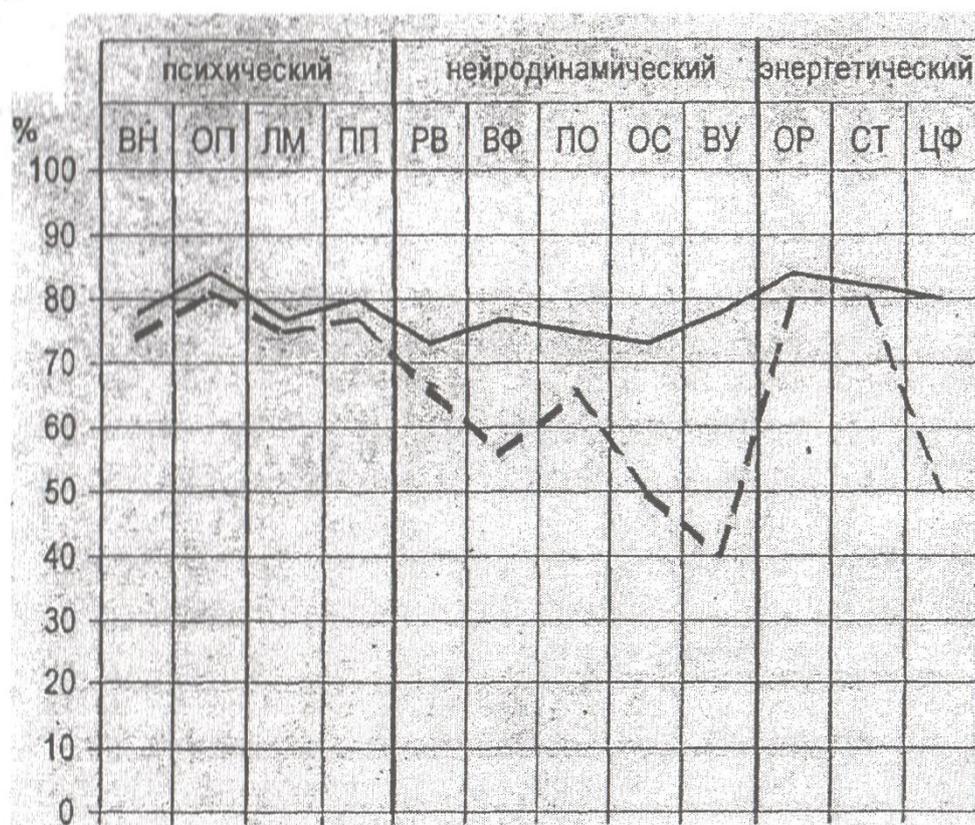


**Рисунок 5 – Система «Детензор»**

Элементы конструкции испускают выраженный специфический аромат сибирского кедра. Внутри пластин образуется концентрация фитонцидов, флавоноидов, борнилацетата, а также других эфирных ароматических масел и смол. Фитонциды (факторы иммунитета растений) убивают многие виды патогенных простейших, бактерий и грибов. Из-за этого воздух в сосновом бору практически стерилен. Флавоноиды способствуют регуляции окислительно–восстановительных реакций, стимулируют энергетический обмен, защищают от избыточной радиации. Борнилацетат успокаивающе действует на центральную нервную систему, улучшает сердечную деятельность, стимулирует дыхание и кровообращение.

Активные летучие вещества, выделяющиеся из кедропласта, в значительной мере повышают физиологическую основу оздоровительного эффекта и благотворно влияют на психоэмоциональное состояние.

Нормы.  
един.



**Рисунок 6 – Усредненные функциональные показатели 15 нештатных испытуемых с хорошей и удовлетворительной статокинетической устойчивостью**

*Примечание:*

\_\_\_\_\_ — хорошая статокинетическая устойчивость;

\_\_\_\_\_ — удовлетворительная статокинетическая устойчивость.

**Психический компонент:** ВН – внимание; ОП – оперативная память; ЛМ – логическое мышление; ПП – пространственные представления.

**Нейродинамический компонент:** РВ – резервы, сложные реакции «Физиолог»; ВФ – нистагм, вестибулярная функция; ПО – пространственная ориентация; ОС – оптокинетическая устойчивость; ВУ – вестибулярная устойчивость НКУК.

**Энергетический компонент:** ОР – общая работоспособность; СТ – статистическая работоспособность; ЦФ

– динамический тренажер центрифуга.

После проведения 5–7 сеансов комплексной реабилитации нистагм приобретает нормальный фазнотонический характер. Для закрепления присутствия нистагма полезно применять А.Д.С. «Волчок». Тренировки на данном стенде способствуют улучшению нервно–мышечной координации, т.к. вращение педалей осуществляется вперед–назад, при этом меняется сторона вращения, влево–вправо. Включение в тренировочный процесс двигательного аппарата, зрительной и вестибулярной систем одновременно, способствуют повышению статокINETической устойчивости человека [1].

Усредненные физиологические показатели 15 нештатных испытуемых с хорошей и удовлетворительной статокINETической устойчивостью, которые прошли специальную подготовку, представлены на «Функциональном профиле» [2].

### **Контрольные вопросы по разделу 8**

1. Что собой представляет вестибулярный нистагм?
2. Чем сопровождаются вестибуловегетативные реакции?
3. Что представляют собой вестибулосоматические и вестибуловегетативные реакции?
4. Перечислите процессы, обеспечивающие успешность протекания стадии афферентного синтеза.
5. Что представляет собой феномен неугасающего нистагма?
6. Объясните принцип работы автономного динамического стенда «Волчок».
7. Что представляет собой детензотерапия и для чего она необходима?

## 9 БИОХИМИЯ УТОМЛЕНИЯ

**Утомление** – это временное снижение работоспособности, которое возникает при выполнении чрезмерно интенсивной или продолжительной работы. Развитие утомления приводит к нарушению двигательных и вегетативных функций, к отказу от работы или к значительному снижению ее мощности. Понятие утомление используется для характеристики общего ощущения усталости.

Утомление может рассматриваться как биологически целесообразная реакция, направленная против истощения функционального потенциала организма, и предохраняет от опасных для здоровья нагрузок.

В развитии утомления различают скрытое (преодолеваемое) утомление, при котором сохраняется высокая работоспособность за счет волевого усилия. Экономичность двигательной деятельности при этом падает, работа выполняется с большими энергетическими затратами. При дальнейшем выполнении работы развивается некомпенсируемое утомление, происходит снижение работоспособности, а затем и отказ от работы.

При утомлении происходят неблагоприятные функциональные и биохимические изменения в организме, наиболее значительными являются:

1. Развитие охранительного торможения в ЦНС;
2. Нарушение сократительного механизма в мышечных волокнах;
3. Изменение активности желез внутренней секреции;
4. Изменение функционального состояния вегетативного обеспечения мышечной деятельности – дыхательной и сердечно-сосудистой систем;
5. Уменьшение энергетических субстратов;
6. Накопление промежуточных метаболитов и нарушение гомеостаза.

В центральной нервной системе при утомлении может нарушаться баланс между процессами возбуждения и торможения. В головном мозге формируется охранительное торможение, которое сопровождается снижением концентрации АТФ в нервных клетках и накоплением ГАМК (гамма-аминомасляной кислоты). Процессы охранительного торможения распространяются на двигательные центры, нарушается выработка двигательных импульсов и передача их к работающим мышцам, что приводит к снижению физической работоспособности. Считают, что развитие торможения в нервных клетках необходимо, так как, по-видимому, играет защитную роль.

При выполнении физической работы происходят существенные перестройки гормональных процессов, управляющих двигательной деятельностью. При развитии утомления фаза высокой гормональной активности сменяется фазой угнетения, которая характерна для продолжительного воздействия стрессоров. Длительная и интенсивная физическая нагрузка может вызвать истощение гипофизарно-надпочечниковой системы, срок наступления которого, по-видимому, зависит от интенсивности стрессорного воздействия. В фазе угнетения снижается выработка гормонов (А.Виру, Г. Кассиль и соавт.), что является причиной понижения работоспособности мышц. При этом большое значение имеют задержка воды и натрия в клетках мышц из-за нарушения функций Na-K-насоса, потеря способности поддерживать высокий уровень артериального давления, ухудшение функционального состояния сердечной мышцы. Ухудшаются условия функционирования мышц, так как снижается активность ключевых ферментов, в том числе активность АТФ-азы миофибрилл, которая обеспечивает расщепление АТФ, что уменьшает мощность выполняемой работы.

Угнетение гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой системы при утомлении представляет собой

целенаправленную реакцию, необходимую для предотвращения чрезмерного истощения ресурсов организма [18, 19].

При развитии утомления происходит истощение энергетических субстратов организма. Быстрее всего снижаются содержание в мышцах креатинфосфата, который может быть почти полностью использован при интенсивной работе. Скорость истощения запасов гликогена мышц также зависит от интенсивности физической нагрузки. Во время спринтерского бега мышечный гликоген расходуется в 40 раз быстрее, чем при ходьбе. При нагрузках, требующих проявления выносливости, происходит постепенное истощение гликогена печени, который расщепляется, что обеспечивает поступление глюкозы в кровь и использование ее мышцами. Исчерпание энергетических запасов ведет к снижению выработки АТФ, следствием чего может быть снижение мощности выполняемой работы.

Характерным признаком утомления является накопление молочной кислоты и других продуктов обмена.

Молочная кислота в больших количествах накапливается в мышцах во время мышечных усилий высокой интенсивности. Избыток концентрации ионов водорода связывается буферными системами поэтому величина рН в мышцах понижается в состоянии изнеможения до 6,6–6,4 от показателя 7,1 в состоянии покоя. Накопление лактата и повышение кислотности в мышечных волокнах отрицательно влияют на работоспособность мышц. Уменьшается каталитическая активность белков–ферментов, в том числе АТФ–азная активность миозина, активность кальциевой АТФ–азы, что снижает сократительные способности белков мышц. Внутриклеточный рН ниже 6,9 тормозит активность фосфофруктокиназы – важного гликолитического фермента, что приводит к замедлению гликолиза и образованию АТФ. При рН 6,4 прекращается дальнейшее расщепление гликогена, вызывая резкое снижение уровня АТФ и в конечном итоге – утомление. Кроме того, ионы водорода могут вытеснять кальций из мышечных волокон,

затрудняя процесс образования спаек между актином и миозин, и снижают силу сокращений. Многие ученые считают, что низкий рН является главным фактором, лимитирующим мышечную деятельность, и основной причиной утомления при интенсивных физических нагрузках.

При утомлении происходят существенные изменения в работающих мышцах, в том числе структурные нарушения. Причинами таких нарушений могут быть не только механические повреждения мышечной ткани, но чрезмерное усиление процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Чрезмерную активацию ПОЛ при физических нагрузках могут вызвать многие факторы – гипероксия мышечной ткани, высокий уровень стрессорных гормонов, прежде всего катехоламинов, накопление лактата. Повреждение внутриклеточных структур мышечного волокна (миофибрилл, митохондрий, саркоплазматического ретикулума, сарколеммы) снижают сократительные способности мышц. Повреждение саркоплазматического ретикулума приводит к нарушению проведения нервного импульса по мышечному волокну, а также негативно влияет на активность ферментов, встроенных в мембраны, в частности активность кальциевого насоса. Нарушение целостности мышечной оболочки (сарколеммы) приводит к потере ферментов и других биологически активных веществ. При повреждении митохондриальных мембран развивается разобщение процессов окисления и фосфорилирования и снижается эффективность аэробного окислительного процесса. В результате может происходить вторичное усиление гликолиза.

Во многих случаях при утомлении развиваются существенные изменения во внутренней среде организма [12, 22].

Изменения в мышечном волокне (сдвиг рН в кислую сторону, нарушение целостности сарколеммы) приводя к увеличению в крови лактата и к снижению рН крови, т.е. к развитию ацидоза. Также происходит выход в кровь белков, в том числе белков–ферментов, продуктов белкового обмена (аммиака,

мочевины) и ионов калия, кальция. Истощение гликогена печени обуславливает развитие гипогликемии, повышение мобилизации жиров, следствием чего является увеличение в крови свободных жирных кислот и кетоновых тел.

При увеличении интенсивности физической нагрузки повышается интенсивность обмена и образование тепла, что, в свою очередь, усиливает потоотделение. Усиленное потоотделение во время работы приводит к потере воды, что вызывает дегидратацию. Даже минимальные изменения содержания воды в организме могут отрицательно повлиять на работоспособность при нагрузках, требующих проявления выносливости. Потери жидкости приводят к снижению объема плазмы, это в свою очередь, вызывает снижение давления крови и уменьшение кровоснабжения мышц и кожи. Поскольку кожный кровоток ограничен, нарушается процесс теплоотдачи, повышается температура тела и ЧСС. Бегуны на длительные дистанции (10000 м) замедляют темп бега на 2% при потере массы тела на 1% вследствие обезвоживания. Помимо потерь воды во время продолжительной физической деятельности, и организма с потом выводятся многие питательные вещества, особенно минералы.

Такие изменения во внутренней среде организма могут вызвать нарушения в деятельности ЦНС и сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, утомление является следствием несоответствия между уровнем физической нагрузки и имеющимися функциональными возможностями.

Биохимические причины утомления разнообразны и различаются в зависимости от характера выполняемой работы.

При работе в зоне максимальной мощности основными факторами, влияющими на работоспособность, являются процессы торможения в центральной нервной системе, нарушение передачи в нервно-мышечных синапсах, снижение

содержания креатинфосфата в работающих мышцах и увеличение концентрации АДФ.

Утомление при работе в зоне субмаксимальной мощности также в большой степени зависит от процессов, происходящих в нервной системе, истощения креатинфосфата в работающих мышцах, увеличение креатина, АДФ и неорганического фосфата. Но, кроме того, существенную роль в развитии утомления играет снижение содержания гликогена в быстро сокращающихся мышечных волокнах, накопление лактата, снижение рН в мышцах и развитие ацидоза, а также изменения белкового обмена [12].

При работе в зоне большой мощности значение накопления лактата и развития ацидоза уменьшается и основной причиной утомления является истощение гликогена мышц, развитие гипогликемии и гипертермии.

Работа в зоне умеренной мощности сопровождается истощением запасов гликогена, и развитием гипогликемии, что может вызвать нарушение питания мозга. Происходит повреждение мышц и митохондрий, разобщение процессов окисления и фосфорилирования и развитие гипертонии. В крови увеличивается концентрация продуктов распада белков и жиров (мочевины, кетоновых тел).

Большое влияние на работоспособность оказывает дегидратация, нарушение электролитного баланса и терморегуляции. Следствием таких изменений во внутренней среде организма может быть истощение резервов кардио–распираторной системы.

В каждом конкретном случае целесообразно выявить ведущие факторы, способствующие развитию утомления, чтобы использовать конкретные методы повышения работоспособности и избежать перенапряжения функциональных систем организма спортсмена.

## Контрольные вопросы по разделу 9

1. Что происходит в ЦНС при утомлении с точки зрения биохимии?
2. Какие перестройки гормональных процессов происходят при физической работе?
3. Что такое лактат и молочная кислота?
4. Какие изменения в мышцах происходят при утомлении с точки зрения биохимии?
5. Назовите биохимические причины утомления в зависимости от характера выполняемой работы.

## **10 БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ**

**Потребление кислорода в период восстановления.**

**Биохимическая характеристика процессов восстановления.**

**Последовательность процессов восстановления после физической нагрузки**

Период восстановления после физической нагрузки является важным звеном в системе подготовки спортсмена, так как именно в это время закладываются основы адаптации к мышечной работе, развития скоростно–силовых качеств и выносливости.

Во время периода восстановления процессы катаболизма, происходившие в мышцах во время работы, сменяются процессами анаболизма, которые приводят к восстановлению разрушенных клеточных структур, восстановлению биохимических и физиологических сдвигов.

**Потребление кислорода в период восстановления**

Некоторое время после окончания работы потребление кислорода остается повышенным по сравнению с уровнем покоя. Этот излишек потребления кислорода получил название «кислородный долг». Уровень потребления кислорода регулируется накопившимися продуктами распада АТФ (АДФ, АМФ), креатином. Процесс образования АТФ во время отдыха после физической работы идет путем окислительного фосфорилирования. Субстратами окисления являются накопившиеся во время работы анаэробные метаболиты: молочная кислота, глюкоза, а на поздних стадиях восстановления – жирные кислоты. Образовавшаяся АТФ интенсивно используется на восстановление энергетических ресурсов, затраченных во время работы, а также на ликвидацию других изменений обмена веществ.

Кислородный долг при работе различной интенсивности может быть вызван разными факторами. Так, при кратковременной интенсивной работе в образовании кислородного долга решающую роль играет участие в энергообеспечении алактатного механизма, т.е. использование в качестве источника энергии АТФ и КрФ. При работе в зоне субмаксимальной и большой мощности образование кислородного долга связано с участием в энергообеспечении гликолитического процесса и расходом гликогена.

В кислородном долге различают два компонента (фракции) – быстрый и медленный.

Быстрый компонент кислородного долга – алактатный – это повышенное (сверх уровня покоя) потребление кислорода в ближайшие 3–5 минут после окончания работы. Этот избыток кислорода требуется для обеспечения высокой скорости тканевого дыхания сразу же после нагрузки, а также для восстановления запасов кислорода в мышечном волокне (оксимиоглобина). В результате высокой активности тканевого дыхания в мышцах создается избыток АТФ, который используется для образования креатинфосфата из креатина. Величина алактатного кислородного долга характеризует вклад креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ в энергообеспечение нагрузки. Величина этой фракции кислородного долга обычно составляет 4,0–4,5 л, у квалифицированных спортсменов после нагрузок максимальной мощности может достигать 8–10 л.

Медленный компонент кислородного долга (лактатный) – это повышенное потребление кислорода в ближайшие 1,5 – 2 часа после окончания работы. Это количество кислорода необходимо для окисления молочной кислоты, образовавшейся при работе. Наибольшие величины лактатного кислородного долга определяются после работы в зоне субмаксимальной мощности. У хорошо тренированных спортсменов величина лактатного кислородного долга может достигать 20 л.

Таким образом, определение величины быстрой и медленной фракции кислородного долга позволяет оценить участие различных анаэробных механизмов в энергообеспечении работы.

### **Биохимическая характеристика процессов восстановления**

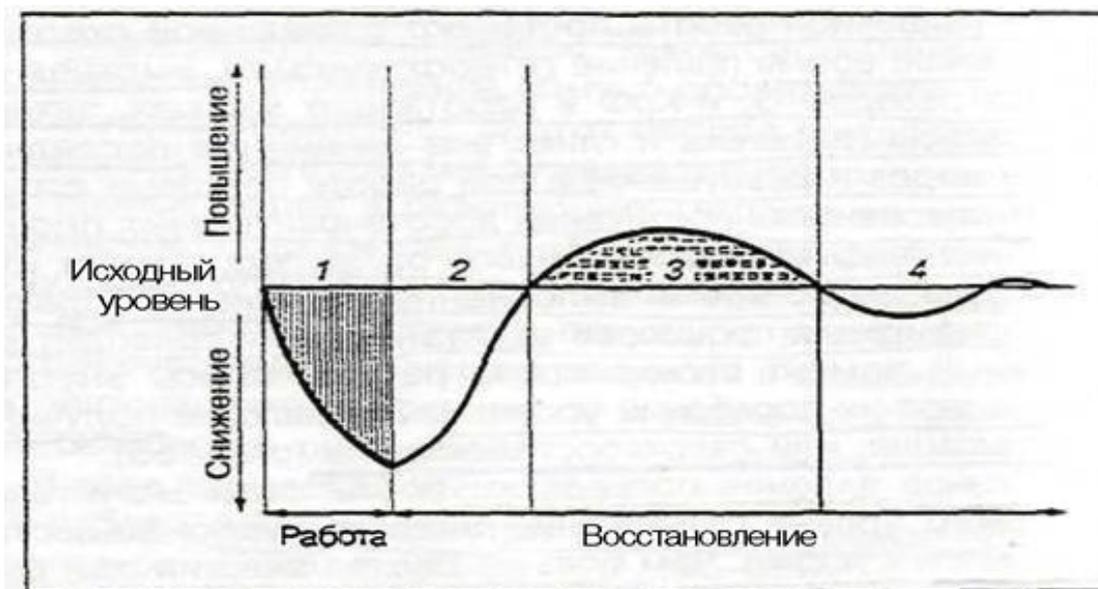
В процессе работы в мышцах и других тканях снижается содержание энергетических субстратов (КрФ, гликогена мышц и печени), при длительной работе – липидов, а также происходит распад белков. В то же время повышается содержание продуктов внутриклеточного метаболизма (АДФ, АМФ, неорганического фосфата, молочной кислоты, кетоновых тел и т.п.). Накопление этих метаболитов и усиленная гормональная активность стимулирует окислительные процессы в тканях в период отдыха после работы, что способствует восстановлению внутримышечных запасов энергетических веществ, приводит в норму электролитный баланс организма и обеспечивает усиление процессов синтеза белков в органах. Ускорение процессов синтеза в период отдыха после работы в большой степени обусловлено также повышенной концентрацией гормонов анаболического действия (инсулин, тестостерон) и индукцией синтеза белков–ферментов. Стимуляция процессов синтеза в период восстановления создает предпосылки для формирования адаптации к мышечным нагрузкам.

Скорость протекания восстановительных процессов зависит от интенсивности расходования субстратов во время работы (правило Энгельгардта). Чем больше расход энергии при работе, тем быстрее происходят процессы синтеза во время отдыха. Однако при чрезмерно утомительной нагрузке скорость восстановления (ресинтеза) может замедляться.

Высокая активность процессов восстановления приводит к тому, что в период отдыха происходит не только восстановление (компенсация) субстратов, затраченных при работе. В

определенный момент их содержание превышает уровень, который был до работы. Это явление получило название суперкомпенсации или сверхвосстановление. Суперкомпенсация держится некоторое время, а затем уровень энергетических веществ постепенно возвращается к норме. Величина суперкомпенсации и ее длительность зависит от продолжительности работы и глубины биохимических сдвигов. После мощной кратковременной работы фаза суперкомпенсации наступает быстро и быстро завершается. При выполнении длительных упражнений сверхвосстановление наступает позже и продолжается более длительное время.

Таким образом, процессы расходования и восстановления энергетических субстратов можно рассматривать как единый процесс, который подразделяется на следующие фазы: фаза истощения, фаза восстановления, фаза суперкомпенсации и фаза упроченного состояния (возвращение к исходному уровню).



**Рисунок 7 – Биохимические изменения энергетических ресурсов в период отдыха после истощающей работы**  
*Приложение: 1. Фаза истощения; 2. Фаза восстановления; 3. Фаза сверхвосстановления; 4. Фаза упроченного состояния.*

Особенностью процессов восстановления после мышечной работы является их гетерохронность. То есть процессы

восстановления и суперкомпенсации различных энергетических систем протекают с различной скоростью и завершаются в разное время. Быстрее всего восстанавливаются резервы кислорода и креатинфосфата в работавших мышцах, затем запасы гликогена мышц и печени и в последнюю очередь – резервы липидов и разрушенные при работе белки.

### **Последовательность процессов восстановления после физической нагрузки**

Непосредственно сразу после окончания физической нагрузки снижается частота сердечных сокращений и восстанавливается резерв кислорода в красных мышечных волокнах. Повышенный уровень использования кислорода обуславливает высокую скорость образования АТФ и его использования для восстановления и сверхвосстановления различных метаболических процессов.

1. Восстановление алактатных внутримышечных резервов. В момент окончания работы запасы КрФ в мышцах могут быть снижены до 70–90% от исходного уровня. Процесс восстановления креатинфосфата происходит за счет АТФ, образуемого с большой скоростью путем окислительного фосфорилирования. На это процесс, а также на восстановление миоглобиновых резервов кислорода, затрачивается быстрая фракция кислородного долга.

Ресинтез креатинфосфата идет за счет присоединению к креатину макроэнергетической фосфатной группы АТФ:



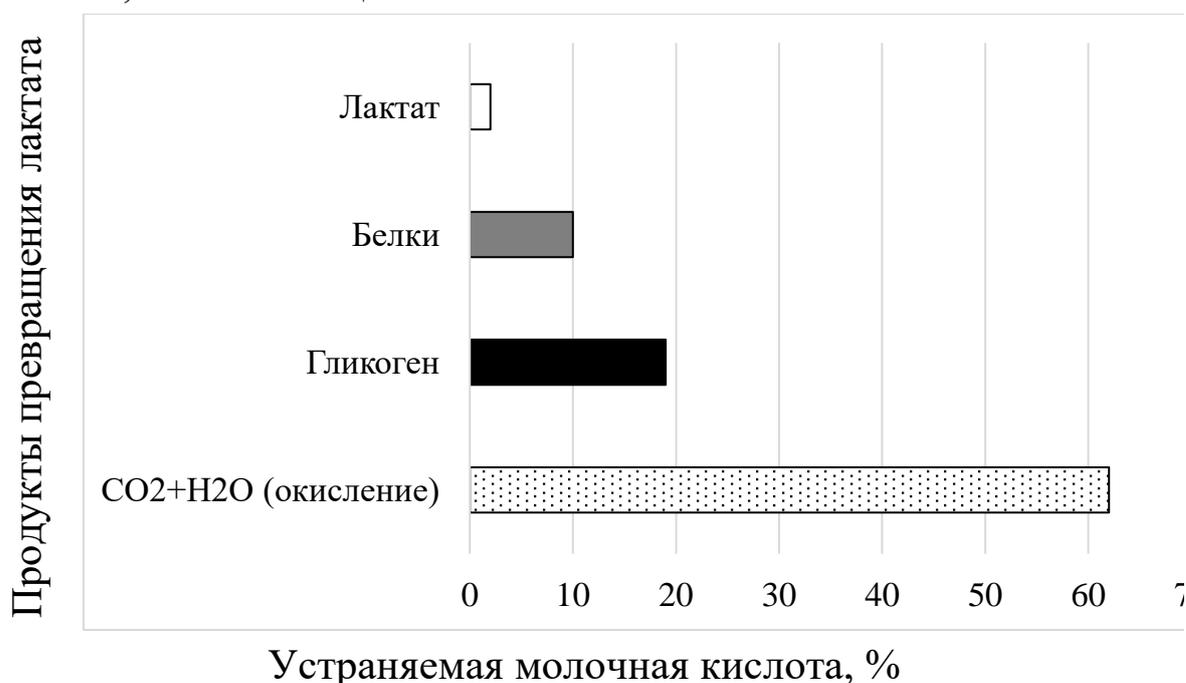
Первые 3–4 минуты реакция идет с большой скоростью, и за это время восстанавливается примерно 60% КрФ израсходованного во время работы. Затем скорость восстановления замедляется, причем содержание КрФ в мышцах может почти полностью (на 90%) восстановиться уже через 5–8 минут с момента окончания упражнения. В зависимости от особенностей физических упражнений (жесткая скоростно–силовая нагрузка) и условий восстановительных процессов

полное восстановление содержания КрФ в мышцах может продолжаться до 30 минут, а иногда растягивается на 4–6 часов (Волков Н.И.).

Изменение концентрации неорганического фосфата в крови после выполнения интенсивных упражнений тесно связана со скоростью восстановления креатинфосфата в работающих мышцах.

Фаза суперкомпенсации может наступать через 6 часов после окончания нагрузки и продолжаться до 24 часов. На скорость синтеза креатинфосфата влияет содержание креатина в мышцах и поступление крови, обогащенной кислородом, к мышцам.

2. Ликвидация продуктов гликолиза и восстановление углеводных ресурсов. Молочная кислота, образующаяся в работающих мышцах в результате анаэробного гликолиза, в первые минуты отдыха поступает в кровь. Примерно на 4–7 минуте отдыха концентрация лактата в мышцах и крови выравнивается, а затем его концентрация в крови восстанавливается, а затем его концентрация в крови становится больше, чем в мышцах.



**Рисунок 8 – Использование лактата, устранимого в период отдыха после мышечной работы**

Большая часть молочной кислоты (свыше 60%) подвергается полному окислению в мышцах и миокарде до углекислого газа и воды. До 20% общего количества молочной кислоты может превращаться в гликоген печени в процессе глюконеогенеза, некоторое количество используется для образования аминокислот, и небольшая часть выделяется с мочой и потом. На процессы использования молочной кислоты используется медленная (лактатная) фракция кислородного долга.

Процесс устранения лактата может продолжаться 1,5 – 2 часа, а при утомлении – до 4–х часов и больше.

Во время работы параллельно с увеличением концентрации лактата в крови возрастает концентрация ионов водорода и снижается величина рН.

Накопление лактата в крови сопровождается увеличением концентрации ионов водорода. Максимум сдвига рН наблюдается через 2–4 минуты после окончания работы и возвращается к нормальным величинам в течение 20–30 минут.

Восстановление углеводных ресурсов в разных органах также происходит в разное время. Сначала восстанавливается содержание гликогена в мышцах (6–20 часов), а затем гликогена печени (24–48 часов). Суперкомпенсация гликогена в мышцах наблюдается на вторые – третьи сутки периода отдыха. Для ресинтеза гликогена используются молочная кислота и глюкоза крови, которая может образоваться из пировиноградной кислоты, аланина и некоторых других аминокислот, накапливающихся в мышцах во время работы. Большое значение для процесса синтеза гликогена имеет дополнительное поступление углеводов с пищей, которое поддерживает высокое содержание глюкозы в крови.

Ускорение процессов восстановления и суперкомпенсации гликогена в организме может быть достигнуто путем ускорения процессов аэробного окисления и применение дополнительного углеводного питания.

Нормализация обмена липидов. После окончания работы липиды активно используются в качестве источника энергии для образования АТФ и поддержания высокой скорости восстановительных процессов. Поэтому в течение 3–4 часов периода восстановления происходит увеличение содержания кетоновых тел в крови.

Продолжается восстановление липидных структур и мобильных липидных запасов 3–4 недели.

Стимуляция процессов анаболизма белков. В процессе работы в мышцах накапливаются продукты распада белка (аминокислоты, аммиак). Аминокислоты могут использоваться для образования гликогена в процессе глюконеогенеза, или для синтеза белков. Аммиак, который является токсичным веществом, обезвреживается, превращаясь в печени в нетоксичную мочевины. Поэтому уровень мочевины в крови может быть показателем, характеризующим состояние белкового обмена. После напряженной мышечной работы уровень мочевины крови повышается с 4–5 до 8–10 ммоль/л, что обусловлено распадом белка. При таком выраженном увеличении уровень мочевины может оставаться повышенным в течение 12–24 часов. Повышенный уровень мочевины утром натощак является признаком недостаточного восстановления. Пониженный уровень мочевины в восстановительный период свидетельствует об активации белкового синтеза. Возвращение уровня мочевины к исходному уровню свидетельствует о нормализации белкового обмена.

В первые часы (3–4) после окончания работы активируется процесс ресинтеза белка, затраченного во время работы. Идет восстановление клеточных структур, синтез ферментов. Считают (Волков Н.И.), что наибольшая активность синтеза белков, нуклеиновых кислот и других соединений достигается на 3–4 сутки после напряженной мышечной работы.

Таким образом, в процессе восстановления после мышечной работы можно выделить три фазы – срочное, оставленное и

замедленное восстановление. Фаза срочного восстановления продолжается первые 30 минут после окончания упражнения. Происходит восполнение внутримышечных запасов АТФ, креатинфосфата, резерва кислорода.

В фазе оставленного восстановления, которая продолжается от 30 минут до 6–12 часов, происходит восполнение истраченных углеводных и жировых резервов, возвращение к исходному состоянию водно–электролитного обмена. В фазе замедленного восстановления, которая может продолжаться до 3 – 4 суток, усиливаются процессы синтеза белка, идет восстановление поврежденных внутриклеточных структур, происходит формирование и закрепление в организме адаптационных сдвигов, вызванных выполнением упражнения.

Скорость восстановительных процессов зависит от активности процессов аэробного ресинтеза АТФ, который лимитируется поступлением достаточного количества кислорода, а также наличием субстратов, необходимых для синтеза веществ, затраченных во время работы. То есть, необходимым условием оптимизации восстановления являются различные способы, обеспечивающие приток кислорода к тканям (массаж, легкие аэробные нагрузки и т.п.), а также использование специального питания, в частности, креатина, углеводов и т.п.

Знание закономерностей процессов восстановления необходимо тренеру для эффективного управления тренировочным процессом, так как процессы, идущие в период восстановления, являются основой для перестройки метаболизма, для формирования адаптации к физическим нагрузкам и повышения работоспособности спортсменов [12].

### **Контрольные вопросы по разделу 10**

1. Дайте биохимическую характеристику процесса восстановления.
2. Назовите последовательность процессов восстановления после физической нагрузки.

3. Что входит в понятие восстановление алактатных внутримышечных резервов?
4. Как происходит ликвидация продуктов гликолиза и восстановления углеводных ресурсов?
5. Каким путем может быть достигнуто ускорение процессов восстановления и суперкомпенсации?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачериков, Е. Л. Влияние учебной нагрузки на утомление студентов / Е.Л. Бачериков, В. М. Юзлекбаева // Материалы XXIII региональная научно–методическая конференция с международным участием. – Челябинск, 2013. – С.22–23.
2. Бачериков, Е. Л. Лабильность нервных процессов и их роль в комплексной оценке сенсомоторной интеграции у здоровых лиц 19–25 лет : автореферат дис. ... кандидата биологических наук / Бачериков Е. Л. – Челябинск, 2010. – 140 с.
3. Бачериков, Е. Л. Оценка интеграции сенсомоторной деятельности по показателям лабильности нервной системы / Е. Л. Бачериков // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 4. – С. 21.
4. Влияние занятий тхэквондо на психофизиологические показатели юных спортсменов в возрастной динамике / Д. А. Сарайкин, Е. Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова, В. И. Павлова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5; URL: <http://www.science–education.ru/pdf/2015/5/504.pdf>
5. Динамика постурального баланса в вертикальной позе тхэквондистов высокой квалификации в годовом макроцикле / Д. А. Сарайкин, В. В. Епишев, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17. – № 3. – С. 25–34.
6. Изменение процессов сенсомоторной интеграции у студентов в течение учебного года / А. В. Редько, Е. Л. Бачериков, Б. Б. Шаров, Ю. Г. Камскова // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2011. – № 26 (243). – С. 26–28.
7. Изучение утомления студентов в процессе учебной деятельности / А. В. Редько, Е. Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова, Н. А. Захарова // Материалы II Международной научно–практической конференции «Адаптация биологических систем к

естественным и экстремальным факторам среды» Том 2. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2008. – С.217–220.

8. Интегративная деятельность организма при адаптации к физической нагрузке ациклической направленности в тхэквондо / Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова, М. С. Терзи. – Челябинск: ЗАО «Цицеро», 2016. – 61 с.

9. Исследование физиологических показателей тхэквондистов при сенсорном конфликте / Д. А. Сарайкин, Е. Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова, В. И. Павлова // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 12. – С. 62–64.

10. Камскова, Ю. Г. Лабораторно–практические занятия по спортивной медицине : Учебно–методическое пособие для студентов высшей школы физической культуры и спорта ЮУрГГПУ / Ю.Г. Камскова, В. И. Павлова, Д. А. Сарайкин. – Челябинск, Изд-во «Цицеро». – 2017. – 44 с.

11. Камскова, Ю. Г. Медицинское сопровождение спортсменов : учебно–методическое пособие для студентов высшей школы физической культуры и спорта / Ю. Г. Камскова, Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2022. – 71 с

12. Камскова, Ю. Г. Физиология мышечного сокращения : учебно–методическое пособие для самостоятельной работы студентов / Ю. Г. Камскова, В. И. Павлова, Д. А. Сарайкин // Челябинск, 2015. – Изд-во: ЗАО «Цицеро». – 110 с.

13. Камскова, Ю. Г. Физиология скелетных мышц : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Ю. Г. Камскова, В. И. Павлова, Д. А. Сарайкин // Челябинск 2011, Изд-во: ЗАО «Цицеро». – 124 с.

14. Львовская, Е. И. Основы общей и спортивной биохимии : учебник / Е. И. Львовская, Т. В. Соломина, Н. М. Григорьева. – Челябинск, 2009. – 404 с.

15. Медико–биологический контроль в спорте / Д. А. Сарайкин, Е. Л. Бачериков, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2018. – 131 с.

16. Оценка вестибулярной функции в условиях спортивной деятельности как характеристика статокINETической устойчивости организма в функциональной подготовленности спортсмена / Е. Л. Бачериков, Д. А. Сарайкин, Д. А. Дятлов, Ю. Г. Камскова // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 3. – С. 100–102.

17. Оценка интеграции сенсомоторной деятельности по показателям лабильности нервной системы / Е.Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова, А. И. Автухович, А. В. Редько // Вестн. Южно–Урал.гос.ун–та. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2009. – Вып. 18. – № 7 (140). – С. 53–54.

18. Оценка нейрофизиологических процессов, сердечно–сосудистой системы и общей работоспособности спортсменов [Электронный ресурс] / Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова, Е. Л. Бачериков, Д. А. Дятлов // Международный научно–исследовательский журнал. – 2023. – № 8 (134). – С. 1–6.

19. Павлова, В. И. Развитие координационных способностей юных тхэквондистов моделированием соревновательной деятельности / В. И. Павлова, М. С. Терзи, Д. А. Сарайкин // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – Челябинск, 2013. – № 12.2. – С. 288–295.

20. Повышение вестибулярной устойчивости организма спортсменов к действию физической нагрузки методами специальных активных тренировок [Текст] / Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова, Е. Л. Бачериков, Д. А. Дятлов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 6 (220). – С. 365–370.

21. Показатели простой и сложной зрительно–моторной реакции у студентов в течение учебного года / Е.Л. Бачериков, Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова // Материалы IV международного научного конгресса, посвященного 45–летию УралГУФК: Проблемы физкультурного образования: содержание, направленность, методика, организация. –

Челябинск : Издательский центр «Уральская Академия», 2015. – Т.1. – С. 75–76.

22. Пустозеров, А. И. Комплексный контроль в спорте (физиологические аспекты) : конспект лекций для студентов специальности 032101.65 «Физическая культура и спорт» / А. И. Пустозеров. – Челябинск: Уральская академия, 2010. – 48 с.

23. Редько, А. В. Динамика процессов сенсомоторной интеграции у студентов в период сессии / А. В. Редько, Ю. Г. Камскова, Е. Л. Бачериков // Материалы III Международной научно–практической конференции : «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды». – Челябинск, 2010. – С. 139–141.

24. Редько, А. В. Исследования утомления у студентов в процессе учебной деятельности / А. В. Редько, Е. Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия «Образования, здравоохранение, физическая культура». – 2008. – № 19 (119). – С. 36–37.

25. Редько, А. В. Результаты комплексного исследования изменений процессов сенсомоторной интеграции у студентов / А. В. Редько, Е. Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова // Материалы IV Международной научно–практической конференции : Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды». – Челябинск, 2012. – С. 206–208.

26. Терзи, М. С. Реактивность динамики индикаторов функционального состояния сердечно–сосудистой системы юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе тренировочного процесса / М. С. Терзи, Д. А. Сарайкин // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – Челябинск, 2011. – № 12. – Ч. 1. – С. 349–360.

27. Утомление студентов в процессе учебной деятельности / А. В. Редько, Б. Б. Шаров, Е. Л. Бачериков, Ю. Г. Камскова // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2011. – № 4. – С. 21.

28. Физиологическая роль цитокинов в организме юных тхэквондистов на разных этапах тренировочного процесса : учебное пособие по физиологии физического воспитания и спорта // Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова // Челябинск, 2015. – Изд-во: ЗАО «Цицеро». – 39 с.

29. Физиологические и психофизиологические особенности сенсомоторной адаптации у единоборцев разных квалификаций / В. И. Павлова, Д. А. Сарайкин, М. С. Терзи // Фундаментальные исследования. – 2014. – №6. – Ч. 7. – С. 1412–1417.

30. Формирование адаптации спортсменов высокой квалификации к физическим нагрузкам разных видов спорта путем изменения соотношения компонентов тела / Д. А. Сарайкин, А. А. Хуснутдинова, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова, Б. Г. Юшков // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18. – № 3. – С. 47–59.

31. Шаров, Б. Б. Основы теории функциональных систем в физиологии экспериментальных состояния: монография / Б. Б. Шаров. – Челябинск, 2006. – 102 с.

---

Камскова Ю.Г., Сарайкин Д.А., Павлова В.И.

**Медико–биологические основы восстановления спортсменов**

*Учебно–методическое пособие для студентов высшей школы  
физической культуры и спорта*

Издание опубликовано в авторской редакции

Подписано в печать 28.09.2023 г. Формат 60x90/16.

Усл. печ. л. 7,03. Тираж 50 экз.

Отпечатано с готового оригинал–макета в типографии ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69