

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

**Плотникова Анна Владимировна**

**ХРОНОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРОВ  
С РАЗЛИЧНЫМ ЭМОЦИОНАЛЬНЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ**

03.03.01 Физиология

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук,  
доцент Р. А. Кудрин

Волгоград

2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМАТИКА И ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОПЕРАТОРОВ В КОНТЕКСТЕ ВЛИЯНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	15
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	44
ГЛАВА 3. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ХРОНОТИПОВ .....	72
ГЛАВА 4. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА У ОПЕРАТОРОВ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ .....	88
ГЛАВА 5. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА И МИКРОГЕМОДИНАМИКИ У ОПЕРАТОРОВ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ.....	99
ГЛАВА 6. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ОПЕРАТОРОВ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ.....	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	153
ВЫВОДЫ.....	161
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	163
СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.....	164
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	167

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

EI – emotional intelligence (эмоциональный интеллект)

EQ – emotional quotient (эмоциональный коэффициент)

HF – high frequency (высокочастотная составляющая спектра variability сердечного ритма)

HF н. е. – нормализованное значение высокочастотной составляющей спектра variability сердечного ритма

IQ – intelligence quotient (интеллектуальный коэффициент)

LF – low frequency (низкочастотная составляющая спектра variability сердечного ритма)

LF н. е. – нормализованное значение низкочастотной составляющей спектра variability сердечного ритма

LF/HF – low frequency/ high frequency (отношение низкочастотной составляющей спектра variability сердечного ритма к высокочастотной составляющей; показатель симпато-вагусного соотношения)

PI – psychometric intelligence (психометрический интеллект)

TP – total power (суммарная мощность спектра variability сердечного ритма)

VLF – very low frequency (сверхнизкочастотная составляющая спектра variability сердечного ритма)

$\Delta X$  – вариационный размах

АПСТ – амплитудный показатель сосудистого тонуса

АСУ – автоматизированная система управления

АЧС – амплитудно-частотный спектр  
АЭС – атомная электростанция  
ВНС – вегетативная нервная система  
ВПСП – возбуждающие постсинаптические потенциалы  
ВСР – вариабельность сердечного ритма  
ГЭС – гидроэлектростанция  
ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции  
ЛДФ – лазерная доплеровская флоуметрия  
МТ – миогенный тонус  
НТ – нейрогенный тонус  
ПМ – показатели микроциркуляции  
ПШ – показатель шунтирования  
ПСП – постсинаптические потенциалы  
СВИ – система воспроизведения информации  
СКО – среднее квадратичное отклонение  
СОИ – система отображения информации  
ТПСП – тормозные постсинаптические потенциалы  
ЦНС – центральная нервная система  
ЧСС – частота сердечных сокращений  
ЭВМ – электронная вычислительная машина  
ЭИ – эмоциональный интеллект  
ЭКГ – электрокардиография, электрокардиограмма  
ЭЭГ – электроэнцефалография, электроэнцефалограмма

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования и степень её разработанности**

Профессия оператора на сегодняшний день является одним из самых сложных и востребованных видов профессиональной деятельности, связанным с переработкой разнообразной информации, которую предъявляет машина (Воронин В.М., 2016). При этом человек выступает звеном в цепи «человек – машина – среда», являясь посредником между постоянно меняющимся внешним миром и техническим устройством (Найдёнова Л.И., 2014; Платонова А.В., 2016).

Современный технологический процесс, обслуживаемый операторами, помимо своей постоянно увеличивающейся сложности отличается также высокой степенью личной ответственности оператора за ошибки в работе (Фугелова Т.А., 2010; Бодров В.А., 2011; Дьяков А.Ф., 2016).

Воздействие экстремальных значений профессиональных факторов (психологические перегрузки, монотонность труда, посменный график работы), а также недостаточный учёт индивидуальных особенностей оператора способствуют появлению ошибок и снижению надёжности (Петухов И.В., 2011). Поскольку при работе операторов на потенциально опасных объектах каждая ошибка может стать фатальной, то под влиянием указанных факторов, развивается психологический и информационный стресс (Макеева В.С., 2015, Васильев А.В., 2010). В результате этого оператор, который несёт большую ответственность за последствия принимаемых решений, может не справляться с поиском нужного алгоритма в требуемом темпе, что приводит к трагическим по-

следствиям (Фугелова Т.А., 2010). Именно поэтому изучение закономерностей психофизиологического обеспечения операторской деятельности способно помочь в решении основных проблем организации эффективного труда операторов и профилактики ошибочных действий (Степанова С.И., 2007; Петренко Н.В., Пятикопов С.М., 2015).

При работе операторов на потенциально опасных объектах цена каждой ошибки предельно высока (Walker J.S., 2004; Тихонов М.Н., Муратов О.Э., 2010). Из-за недостаточного учёта психологических, психофизиологических, антропометрических и других параметров человека в конструкции систем управления происходит более 60 % тяжёлых транспортных происшествий, более 50 % аварий в энергосистемах (Душков Б.А. с соавт., 2005; Суходольский Г.В., 2006; Glendon A.J. et al., 2006; Васильев А.В., Аношкин Д.В., 2010; Karlsbakk J., 2012). При управлении авиационным движением человеческий фактор является причиной аварий в 80 % случаев (Григорьев Г.И. с соавт., 2006). Это, в свою очередь, приводит к необходимости предъявления повышенных требований к психическим и психологическим характеристикам оператора.

Только в результате установления закономерностей психофизиологического обеспечения операторской деятельности, особенностей и причин ошибок, возможна разработка действенных рекомендаций по профилактике аварийности (Степанова С.И. с соавт., 2008; Кудрин Р.А., 2011). Профессиональная надёжность и аварийность являются категориями, характеризующими такие проблемы экстремальной психологии, как психологический анализ деятельности, диагностика и формирование профессиональной пригодности, психологические вопросы профессиональной подготовки, инженерно-психологическое (эргономическое) проектирование трудовой деятельности и другие (Шевяков А.В., 2005; Левит И.Р., 2010; Бодров В.А., 2011).

Наличие выраженных противоречий между профессиональными требованиями к оператору, отражающими специфику операторской деятельности, и его психофизиологическими особенностями, обуславливают потребность в по-

стоянном изучении закономерностей деятельности человека в системах управления и разработке на этой основе практических рекомендаций по её оптимизации (Фугелова Т.А., 2010).

Несомненно, уровень интеллекта существенно влияет на эффективность профессиональной деятельности (O'Boyle, et al., 2010; Симоненко С.И., 2012). В последнее десятилетие стала широко известна концепция эмоционального интеллекта, как альтернативы традиционному интеллекту. Многие сторонники данного подхода утверждают, что эмоциональный интеллект играет значимую роль в успешности различных видов деятельности (Bar-On R., 2004; Goleman D., 2005; Андреева И.Н., 2006; Симбирцева Н.В., 2008; Рыжов Д.М., 2012). Некоторые авторы также считают, что коэффициент эмоционального интеллекта (EQ) имеет большую прогностическую ценность, чем IQ (Goleman D. et al., 2005; Агеева Е.И., 2010). Особенно это касается стрессовых ситуаций, когда оператор действует, подчиняясь эмоциям, а не логике (Goleman D., 2005; Salovey J., Mayer P., 2005; Yukl G., 2006). Это определяет необходимость учитывать интеллектуальные особенности при профессиональном отборе операторов (Кудрин Р.А., 2011).

Исследование биоритмологических особенностей, в свою очередь, позволяет оценить, в какое время суток оператор, относящийся к тому или иному хронотипу, способен наиболее продуктивно и с наименьшим количеством ошибок осуществлять свою профессиональную деятельность. Это имеет большое значение в сложных условиях операторского труда, особенно при сменном графике работы (Таранов А.О. с соавт., 2014; Юшкова О.И. с соавт., 2012; Степанова С.И., Галичий В.А., 2007; Волчек О.Д., 2006). Умение сохранять высокий уровень бдительности в ночное время суток является критически важным качеством современного оператора (Дорохов В.Б., 2013) и напрямую зависит от его принадлежности к тому или иному хронотипу.

Очевидно, что на данный момент исследованию психофизиологического обеспечения операторской деятельности с учётом биоритмологических особен-

ностей операторов посвящено небольшое количество научных работ. Имеющиеся данные разрозненны и недостаточны для практического использования. Таким образом, актуальность данного исследования продиктована необходимостью дальнейшего совершенствования критериев профессионального отбора операторов в современных условиях.

### **Цель и задачи исследования**

Установить закономерности влияния уровня эмоционального интеллекта, биоритмологических и иных физиологических особенностей на эффективность операторской деятельности и разработать рекомендации по профессиональному отбору лиц для операторских профессий.

Для достижения поставленной цели планируется решить ряд задач.

1. Провести анализ психофизиологического обеспечения операторской деятельности и выявить параметры, необходимые для её эффективного осуществления, как в обычных, так и осложнённых условиях.

2. Оценить интеллектуальную сферу операторов с различным хронотипом по уровню эмоционального и психометрического интеллекта.

3. Провести анализ влияния хронофизиологических и интеллектуальных особенностей операторов на эффективность их профессиональной деятельности.

3. Изучить особенности биоэлектрической активности головного мозга, вегетативного статуса и микрогемодинамики у операторов с различным хронотипом.

5. Разработать рекомендации по профессиональному отбору лиц для профессий операторского профиля с учётом выявленных хронофизиологических и интеллектуальных предикторов.

### **Научная новизна исследования**

В результате данной работы расширено физиологическое представление

об эмоциональном интеллекте и хронотипологии операторов, как важнейших составляющих эффективной операторской деятельности. Показано, что профессиональная деятельность в системе человек-машина-среда в обычных и осложнённых условиях предусматривает в большинстве случаев принадлежность оператора к вечернему хронотипу в сочетании с наличием высокого уровня эмоционального интеллекта.

Впервые определена зависимость результативности операторской деятельности от интеллектуальных и хронофизиологических особенностей. Для операторов сенсомоторного профиля впервые установлено соответствие между типом эмоционального интеллекта, хронотипом и результативностью операторской работы. В частности, показано, что эффективные операторы обладают вечерним хронотипом наряду с высоким уровнем общего эмоционального интеллекта, в том числе его социального компонента, а также высоким уровнем общего психометрического интеллекта, включая его логическую составляющую. Это обеспечивает повышенную стрессоустойчивость, а также способность эффективно осуществлять профессиональную деятельность в команде, как в рутинной практике, так и во время внештатных ситуаций.

Впервые показано, что в состоянии покоя микрогемодинамика у операторов с вечерним хронотипом характеризуется высокой сбалансированностью регуляторных механизмов за счёт значительного вклада дыхательного, вазомоторного и эндотелиального компонентов в регуляцию тонуса микроциркуляторного русла, в то время как у операторов с аритмичным хронотипом отмечаются ослабление артериолярного сосудистого тонуса и явления застоя крови в веноулярном звене микроциркуляции. Данные особенности характеризуют представителей вечернего хронотипа в качестве предпочтительных кандидатов для операторской деятельности в условиях круглосуточного борствования.

Впервые установлены пути оптимизации профессионального отбора операторов сенсомоторного профиля на основе выявленных хронофизиологиче-

ских и интеллектуальных особенностей, которые являются неотъемлемыми составляющими эффективной профессиональной деятельности в системе человек-машина-среда.

### **Объект исследования**

Объектом исследования стали лица, владеющие начальными навыками операторской деятельности – всего 121 человек, а также 40 профессиональных операторов – диспетчеров станций скорой медицинской помощи (подстанций № 6 и № 7 Красноармейского и Дзержинского районов города Волгограда), пожарной части № 6 Красноармейского района города Волгограда. Возраст участников на момент включения в исследование составлял от 18 до 45 лет. По результатам предварительного медицинского осмотра все обследованные были признаны практически здоровыми.

### **Предмет исследования**

В качестве предмета настоящего исследования изучалось влияние принадлежности к тому или иному хронотипу на эффективность сенсомоторного слежения в обычных и осложнённых условиях. Также анализировалось зависимость уровня эмоционального и психометрического интеллекта, особенностей биоэлектрической активности головного мозга, вегетативного статуса и микроциркуляции от хронотипа.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

В результате проведённого исследования расширено физиологическое представление об эмоциональном интеллекте и хронотипологии операторов, как важнейших составляющих эффективной операторской деятельности. Показано, что в большинстве случаев профессиональная деятельность в системе человек-машина-среда в различных условиях предусматривает принадлежность оператора к вечернему хронотипу в сочетании с наличием

высокого уровня эмоционального интеллекта.

Определена зависимость результативности операторской деятельности от хронофизиологических и интеллектуальных особенностей. Для операторов сенсомоторного профиля установлено соответствие между типом эмоционального интеллекта, хронотипом и эффективностью операторской работы.

В результате данного исследования установлены пути оптимизации профессионального отбора операторов с учётом уровня эмоционального интеллекта, биоритмологических и физиологических особенностей при работе в обычных и осложнённых условиях.

### **Методология и методы исследования**

Методологической основой данного исследования являются концепции эмоционального интеллекта П. Сэловея и Дж. Майера, Д. Гоулмена (Mayer J. D., Salovey P. et al., 2011; Goleman D., 2005), двухфакторная теория интеллекта Ч. Спирмена (Spearman C.E., 1927; Бурлачук Л.Ф., 2006), теория «первичных умственных способностей» Л. Терстоуна (Thurstone L.L., 1947; Дружинин В.Н., 2007), иерархической модели интеллекта Р. Кэттелла (Cattell R.B., 1990).

В качестве методов, характеризующих основные показатели интеллектуальной сферы операторов (оценка исходного уровня эмоционального и психометрического интеллекта) использовались EQ- и IQ-тесты, адаптированные для российских респондентов Ж.-М. Беар (2007).

Для определения принадлежности операторов к различным хронотипам использовалась анкета Остберга в модификации С.И. Степановой (Степанова С.И., 1989).

Для оценки физиологического статуса операторов использовался ряд инструментальных методик, использование которых также методологически обосновано. В частности, для диагностики вегетативного статуса и реагирования применялся метод кардиоинтервалографии с последующим спектральным

анализом сердечного ритма (Кирычков Ю.Ю. с соавт., 2000; Баевский Р.М. с соавт., 2006).

Биоэлектрическая активность головного мозга оценивалась по данным электроэнцефалографии (ЭЭГ) с использованием международной схемы установки электродов «10-20 %» (Зенков Л.Р., 2012).

Для оценки тканевой микроциркуляции использовался метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с анализом частотного спектра сигнала, отражённого от движущихся эритроцитов (Сидоров В.В., 2000).

Также проводилось исследование результативности операторской деятельности сенсомоторного профиля в обычных и осложнённых условиях (Северов А.А., 2009).

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Эффективная операторская деятельность в обычных и осложнённых условиях в большинстве случаев предусматривает принадлежность оператора к вечернему хронотипу в сочетании с наличием высокого уровня эмоционального интеллекта.

2. Операторы с вечерним хронотипом более эффективны при осуществлении профессиональной деятельности за счёт высокого уровня общего эмоционального интеллекта, в том числе его социального компонента, высокого уровня общего психометрического интеллекта, включая его логическую составляющую, а также высокой сбалансированности регуляторных механизмов микрогемодинамики при значительном вкладе дыхательного, вазомоторного и эндотелиального компонентов в регуляцию тонуса микроциркуляторного русла.

3. Операторы с аритмичным хронотипом характеризуются спектральными параметрами variability сердечного ритма, соответствующими преобладанию тонуса симпатической нервной системы, что указывает на состояние психоэмоционального напряжения. Данные особенности характеризуют пред-

ставителей аритмичного хронотипа в качестве менее предпочтительных кандидатов для операторских профессий.

4. У операторов с утренним хронотипом регистрируется биоэлектрическая активность головного мозга, соответствующая состоянию напряжённого внимания, эмоционального возбуждения и умственного напряжения, что позволяют рекомендовать представителей утреннего хронотипа для выполнения операторской деятельности при посменном графике работы с преимущественной нагрузкой в утренние часы.

5. Хронофизиологические и интеллектуальные особенности являются важнейшими составляющими эффективной операторской деятельности в системе человек-машина-среда и могут быть использованы для оптимизации профотбора лиц для операторских профессий.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Надёжность и достоверность полученных результатов и выводов обеспечиваются применением методов регистрации и обработки данных, адекватных предмету, цели и задачам настоящего исследования, организацией работы в соответствии со стандартами физиологии, тщательностью количественного и качественного анализа материалов, а также использованием при обработке данных современных статистических методов, отвечающих специфике полученного эмпирического материала.

Результаты исследования, выполненного по теме диссертации, доложены, обсуждены и опубликованы в материалах XXII съезда физиологического общества имени И.П. Павлова, XIX региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области, 73-й открытой научно-практической конференции молодых учёных и студентов ВолгГМУ с международным участием «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины», посвящённой 80-летию ВолгГМУ.

Апробация диссертации проведена на расширенной межкафедральной конференции с участием сотрудников кафедр нормальной физиологии; общей гигиены и экологии; патофизиологии с курсом клинической патофизиологии; неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики, с курсом неврологии, мануальной терапии, рефлексотерапии ФУВ Волгоградского государственного медицинского университета (24.05.2019).

По материалам диссертации опубликованы: 11 научных статей, отражающих основное содержание исследования, в том числе 4 статьи в ведущих научных журналах, рецензируемых ВАК Минздрава России, а также 7 статей и тезисов статей в других научных изданиях.

### **Структура диссертации**

Диссертация написана на 190 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием методов, объёма и организации исследования, четырёх глав с изложением полученных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка работ, опубликованных по теме диссертации и списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 30 таблицами и 5 рисунками. Список использованной литературы содержит 151 источник на русском языке и 37 – на иностранных языках.

# **ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМАТИКА И ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОПЕРАТОРОВ В КОНТЕКСТЕ ВЛИЯНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

## **1.1. Понятие операторской деятельности и особенностей труда человека-оператора с позиций хронофизиологии, психологии и эргономики**

Работа оператора представляет собой деятельность субъекта, связанного с объектом опосредованно с помощью системы воспроизведения информации (СВИ) или системы отображения информации (СОИ) (Лукьянова Л.М., 2018). Это особый вид профессиональной деятельности, которая характеризуется взаимодействием человека с предметом труда, машиной и внешней средой, в результате чего формируется система «человек – машина – среда». При этом процесс труда осуществляется путём удалённого управления объектами с помощью специальных средств управления и информационных систем. Содержанием подобной деятельности является приём информации, её переработка и принятие решения. Специфичность деятельности человека в технических системах состоит в том, что он лишён возможности непосредственно наблюдать управляемые объекты и вынужден пользоваться информацией об изменениях в состоянии управляемого объекта, которая поступает к нему по каналам связи (Борисов А.В., Чернышов С.М., 2013). Таким образом, дистанционность процесса труда, управления и контроля всех, либо части трудовых процессов является одним из главных отличительных свойств операторской деятельности (Лукьянова Л.М., 2018; Алефиренко В.М., 2008; Дмитриева М.А. с соавт.,

2005), которое на сегодняшний день позволило данному классу профессиональной деятельности занять особое положение. Для осуществления удалённого управления, как предметами, так и самим трудом, необходимо оснащение сложной и многомерной техникой, позволяющей обеспечивать восприятие информации, преобразование и передачу её оператору.

В современных условиях в результате стремительного прогресса и тотальной компьютеризации, автоматизированные системы управления (АСУ) обрели повсеместное распространение (Иванов А.А., 2015). Сложно представить сегодняшний день без промышленных, энергетических и других стратегически и экономически важных объектов – атомных электростанций (АЭС), гидроэлектростанций (ГЭС) и т. д., управление и контроль процессов труда на которых осуществляется операторами. Представителями операторских профессий также являются диспетчеры экстренных служб (станций скорой медицинской помощи, пожарных частей), аэропортов, дата-центров. Поэтому на сегодняшний день практически в каждой профессии существуют элементы операторской деятельности. Усложнение оснащённости процесса труда меняет требования к операторам, а также их профессиональному отбору (Ярушкин Н.Н., Сатонина Н.Н., 2018).

В основе операторской деятельности лежит система «человек-машина-среда», то есть оператор является посредником, связующим звеном между машиной и окружающей средой. В связи с повсеместным распространением операторского труда всё большую актуальность обретает инженерная психология, предметом которой является проблема взаимодействия человека и техники в автоматизированных системах (Платонова А.В., 2016).

Основными понятиями инженерной психологии являются надёжность и безопасность (Андрюшина Л.О. с соавт., 2018; Воскресенская Н.В., 2018). Для эффективного и безопасного выполнения работы необходимо психофизиологическое обеспечение надёжности персонала. При этом учёт человеческих возможностей при проектировании новой техники, грамотный профотбор, опти-

мальное распределение функций между человеком и машиной с учётом преимуществ каждого звена и состояния социальной и физической среды способствует повышению надёжности систем «человек – машина» (Ярушкин Н.Н., Сатонина Н.Н., 2018).

Для этого необходимо использование психофизиологических критериев в профотборе кандидатов на операторские профессии, социально-психологическая поддержка персонала, проведение мероприятий по повышению культуры безопасности, психолого-педагогическому сопровождению процесса обучения персонала АЭС (Мосалева Е.А. с соавт., 2018). При этом одним из важнейших факторов надёжности является сохранение профессионального здоровья (Абрамова В.Н., 2011).

Операторская деятельность, как и другая специфическая профессиональная деятельность, имеет свои психофизиологические и биоритмологические особенности труда.

*Физиологические особенности операторской деятельности.* Оператор вынужден находиться в постоянном взаимодействии с машиной (получая данные, принимая решение и совершая необходимые действия). Постоянно находясь перед экраном монитора, оператор испытывает повышенную нагрузку на зрительный анализатор.

Большая ответственность требует от оператора практически постоянно находиться в условиях повышенного внимания, что приводит к переутомлению и перенапряжению.

Малоподвижная работа монотонного характера, сопровождаемая вынужденной сидячей позой, приводит к увеличению кровенаполнения в малом тазу, длительному повышенному тону мышц плечевого пояса, шеи и спины (Макеева В.С., 2015).

Монотония приводит к снижению внимания и скорости реакций, переутомлению, что способствует появлению ошибок (Широков А.В. с соавт., 2017, Фролов М.В., Милованова Г.Б., 2006).

*Психологические особенности операторской деятельности.* Основными стрессогенными факторами данного вида деятельности являются: психические перегрузки, часто превышающие допустимый гигиеническими нормами уровень; нефизиологический ритм работы (Невровский В.А., 2015). Так как цена ошибок оператора, как правило, очень высока, особенно при работе на потенциально опасных предприятиях, чувство высокой личной ответственности за возможные аварии в производстве и, соответственно, жизнь и здоровье людей являются постоянными спутниками данной профессии (Киселёв А.С., 2017).

Техническими причинами, вызывающими снижение работоспособности являются: однообразие и повторяемость поступления информации; помехи со стороны других операторов; шум, определённого спектрального состава и интенсивности и др. Таким образом, для специалистов операторского профиля характерно влияние информационного стресса, когнитивной и эмоциональной перегрузки, высокой напряжённости и интенсивности труда, а также состояние внутренней напряжённости, переутомление, что довольно быстро приводит к профессиональному выгоранию (Карпов А.В., 2013; Кузьменко М.Д., 2013; Агузумцян Р.В. с соавт., 2018).

*Биоритмологические особенности операторской деятельности.* Работа оператора, как правило, связана с посменным графиком работы, что подразумевает ночные и суточные дежурства.

Известно, что необходимость работать посменно, в том числе в ночные часы, приводит к росту числа производственных ошибок и способствует возникновению аварийных ситуаций из-за утомления и низкой адаптации организма человека к бодрствованию ночью. Замечено, что большая часть серьёзных катастроф в промышленности случается между полуночью и 6 часами утра. Например, авария на Чернобыльской АЭС (СССР) в 1982 году произошла в 1:23 утра, катастрофа на АЭС в Три-Майл-Айленд (США) в 1979 году в 4:00, техногенная катастрофа в Бхопале (Индия) в 1984 году – с 0:30 до 4:00.

Интенсивные интеллектуальные, информационные и сенсорные нагрузки, характерные для данного вида деятельности, требуют значительного напряжения функциональных резервов организма, что проявляется в дисфункции и физиологических сдвигах ведущих сопряжённых систем (Тебенова К.С. с соавт., 2015).

Неодинаковая сложность решаемых задач и различная интенсивность их предъявления, внештатные ситуации, а также воздействие других неблагоприятных профессиональных факторов и их сочетаний (гипокинезия, монотонность деятельности (сенсорная депривация), эмоционально-психическое напряжение, статическая рабочая поза, нарушение суточных ритмов), способствуют снижению работоспособности, ухудшению здоровья и появлению ошибок (Бодров В.А., 2011; Кальниш В.В., Швец А.В., 2014; Дуюнов Е.А., Адулазизов В.Р., 2017). Зачастую это приводит к трагическим последствиям.

Таким образом, анализ психофизиологического обеспечения операторской деятельности позволит прогнозировать эффективность труда человека-оператора (Меденков А.А., 2005; Лукьянова Л.М., 2018), а также разработать эффективные рекомендации по профессиональному отбору лиц для операторских профессий.

## **1.2. Влияние физиологических параметров человека на эффективность операторской деятельности**

Многими авторами подчёркивается, что при анализе любой профессиональной деятельности необходимо её многомерное изучение с акцентом на психофизиологическое обеспечение (Ломов Б.Ф., 1984). Необходимость исследования физиологических механизмов деятельности человека-оператора, как ключевого звена системы «человек-машина-среда», продиктована высокими требованиями к его надёжности, которая в значительной мере определяется безошибочностью действий (Шмидт С.А., 2006).

Известно, что у значительной доли операторов производственная нагрузка вызывает заметные изменения психофизиологических показателей и функционального состояния, что может приводить к ошибкам, авариям, а также развитию профессиональных заболеваний (Горецкий О.С., 2003, Бодров В.А., 2011).

Таким образом, остаётся актуальной разработка критериев физиологически обоснованного профессионального отбора лиц на операторские профессии (Гуляева С.И., 2001; Маничев С.А., Крылов А.А., 2004; Ариничева О.В. с соавт., 2018).

Одним из основных направлений изучения надёжности человека-оператора является изучение роли физиологических реакций и состояний организма здорового человека в обеспечении эффективной и надёжной работы. Методы этого направления позволяют проводить количественный анализ динамики деятельности. Для этих целей используются оценки разных физиологических показателей (ЭЭГ, РЭГ, ЛДФ, спектральный анализ сердечного ритма и др.) (Семенистая Е.С. с соавт., 2008).

Данные ряда исследований доказывают прогностическую значимость соматометрических параметров при проведении системы мероприятий по определению профессиональной пригодности к операторской деятельности сенсомоторного профиля (Душков Б.А., 2005; Клаучек С.В. с соавт., 2004; Пронченко К.В., 2008). Кроме того, в ряде работ отмечается связь результативности операторской деятельности с вегетативными показателями (Ragani M., Malliani A., 2000; Горбунов В.В. с соавт., 2001).

Работа оператора зачастую сопровождается информационным стрессом и внештатных ситуаций, а также личной ответственностью за результаты принятых решений. Стресснеустойчивые операторы чаще допускают ошибочные действия в условиях стресса (Украинцева Ю.В., Чеснокова Т.Т., 2008). В связи с этим целесообразно ещё на этапе профессионально отбора выделять стрессустойчивых и стресснеустойчивых лиц.

## **Использование кардиоинтервалографии для определения тонуса и реактивности вегетативной нервной системы операторов**

Кардиоинтервалография (КИГ) представляет собой метод регистрации синусового сердечного ритма с последующим компьютерным математическим анализом его структуры (Малюга О.М., Невская О.В., 2018). На основании функциональных изменений сердечного ритма КИГ позволяет объективно оценивать вегетативную регуляцию организма, вариабельность ритма сердца, уровень адаптации и степень напряжения регуляторных систем, а также опасность сосудистых кризов и внезапной сердечной смерти (Фаттахов В.В., Максумова Н.В., 2018).

Как известно, сердечно-сосудистая система является достаточно точным индикатором состояния адаптационно-компенсаторных реакций организма (Кирычков Ю.Ю., Глазов А.Ю., 2018). Синусовый узел является особым пунктом регуляции физиологических процессов, который в норме генерирует основные параметры сердечного ритма (частота сердечных сокращений, продолжительность R-R интервалов), которые чутко реагируют на изменения внешних условий (состояние стресса, релаксации и т. д.), а также отклонения, возникающие в регуляторных системах, что приводит к изменениям параметров сердечного ритма соответственно ситуации (Баевский Р.М. с соавт., 2006).

Вариабельность сердечного ритма (ВРС) представляет собой естественные изменения временных интервалов между сердечными сокращениями нормального синусового ритма. ВРС отражает выраженность колебаний частоты сердечных сокращений (ЧСС) по отношению к среднему значению, а также позволяет определить функциональное состояние организма и выявить степень напряжения регуляторных систем.

Кардиоинтервалография включает в себя запись и графическое отображение вариабельности ритма сердца. По данным КИГ строится кардиоритмограмма (КРГ) – изображение временного ряда межсистолических интервалов

(кардиоциклов) в виде последовательных вертикальных отрезков, высота которых соответствует длительности каждого кардиоцикла (в мс). Для наглядности верхние точки отрезков соединяются плавной линией.

Изменения длительности кардиоциклов обусловлены симпатическими или парасимпатическими вегетативными влияниями на синусовый узел, а также гуморальными факторами. В состоянии покоя существует вегетативный баланс, когда влияние обоих отделов уравновешено. Преобладание симпатической активности характерно для состояния стресса и впоследствии может неблагоприятно сказываться на состоянии сердечно-сосудистой системы. Для здоровых молодых людей в состоянии покоя характерным является высокий парасимпатический тонус. Таким образом, кардиоинтервалография позволяет выявить, какой отдел вегетативной нервной системы вносит наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма и даёт возможность косвенно прогнозировать стрессоустойчивость человека. Это имеет большое значение при профессиональном отборе лиц на целый ряд профессий (в том числе, операторского профиля), предполагающих наличие психоэмоционального стресса и внештатных ситуаций (Березный Е.А. с соавт., 2005).

Далее по данным КИГ проводится спектральный анализ variability сердечного ритма. При этом график колебаний длительности кардиоциклов с помощью преобразования Фурье трансформируется в авторегрессионный спектр колебаний длительности динамических временных рядов межсистолических интервалов. Полученный спектр представляет собой последовательность частот определённого диапазона, а колебания, по сути, являются гармоническими. Таким образом, формируется спектрограмма – график, в котором по оси абсцисс откладывается частота волн (Гц), а по оси ординат – мощность ( $\text{мс}^2$ ). Также спектральный анализ variability сердечного ритма включает в себя подсчёт и сравнение спектральной мощности по абсолютному значению в различных частотных диапазонах, отражающих активность тех или иных регуляторных систем.

Физиологическая интерпретация данных, полученных по результатам спектрального анализа сердечного ритма, основывается на гипотезе Р.М. Баевского (Баевский Р.М. с соавт., 1984; Баевский Р.М., 2016) о двухконтурной системе управления ритмом сердца, где высшие центры вегетативной регуляции под контролем корковых механизмов координируют все процессы управления в организме с учётом внешних условий. При этом, чем ниже частота колебаний ритма сердца, тем выше уровень управления. Например, при неоптимальном управлении происходит активация всё более высоких уровней регуляции, что выражается в возрастании мощности медленных волн (Баевский Р.М., 2016).

В то же время вариабельность сердечного ритма оказывает влияние на микроциркуляцию крови в различных регионах через изменения пульсовой волны (Ас), а также через симпатическую нервную систему и приносящие артериолы.

Регистрация и последующий анализ КРГ проводились в соответствии с действующим международным стандартом рабочей группы Европейского Кардиологического Общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии (Malik, M., Bigger, S.T., Camm, A.J. et al., 1996).

Таким образом, комплексный анализ показателей вариабельности ритма сердца позволяет оценить состояние вегетативного тонуса и уровня адаптации организма оператора (Максумова Н.В., 2015).

### **Использование электроэнцефалографии для определения биоэлектрической активности головного мозга операторов**

От стрессоустойчивости и эмоционального состояния оператора напрямую зависит функциональное состояние его головного мозга. Как известно, в условиях повышенного внимания, при умственном напряжении, предъявлении неожиданного стимула возрастает выраженность  $\beta$ -ритма. В условиях спокойного бодрствования активизируются синхронизирующие структуры, что проявляется в виде  $\alpha$ -ритма. Поэтому для оценки биоэлектрической активности го-

ловного мозга в нашей работе нами использовался метод электроэнцефалографии (ЭЭГ).

Электроэнцефалография – метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его электрических потенциалов (Зенков Л.Р., 2017). ЭЭГ представляет собой результат суммации электрических потенциалов огромных популяций нейронов. Таким образом, суммарная электроэнцефалограмма является статистическим отображением активности всего головного мозга.

Ретикулярная формация и лимбическая система являются основными структурами, определяющими уровень функциональной активности головного мозга.

Понимание механизмов генерации электрической активности важно трактовки результатов ЭЭГ и их практического использования.

Мембрана нейрона обладает электрическим сопротивлением. Снаружи мембраны положительных ионов больше, чем внутри нейрона, что порождает разность потенциалов между внутри- и внеклеточной средой (поляризация мембраны). Эта разность потенциалов равна 60-70 мВ и соответствует потенциалу покоя, который необходим для генерирования нейроном электрической активности. Именно с потенциала покоя начинаются процессы возбуждения и торможения. Увеличение разности потенциалов называется гиперполяризацией, уменьшение – деполяризацией. При наступлении смерти мозга прекращается обмен веществ и различие концентраций ионов во внутри- и внеклеточном пространстве сглаживается, что приводит к прекращению электрической активности (Александров М.В. с соавт., 2018).

Если сумма возбуждающих воздействий на нейрон, оказываемых на него через синапсы, больше суммы тормозных воздействий на величину, превышающую пороговый уровень, то нейрон генерирует нервный импульс (возникает потенциал действия), который по аксону распространяется к другим нейронам или эффекторным органам (Никитин Е.С. с соавт., 2016).

Выделяют два вида импульсной активности – спайковая активность и градуальные медленные изменения потенциала (градуальные электрические реакции) (Кропотов Ю.Д., 2010).

Спайковые потенциалы (спайки) генерируются телами нейронов при достижении критического уровня деполяризации мембраны, в результате которого возникает электрический «пробой» и накопленная информация начинает передаваться другим нейронам, то есть происходит распространение возбуждения по аксону. Для спайков характерна высокая амплитуда – 50-125 мВ и короткая длительность – 1-2 мс (Зенков Л.Р., 2017).

Градуальные медленные изменения потенциала представляют собой постсинаптические потенциалы (ПСП). ПСП характеризуются локальностью, короткими расстояниями распространения по участкам дендритов и сомы, малой амплитудой (от единиц до 20-40 мВ, что зависит объёма афферентной «посылки») и высокой продолжительностью (20-50 мс). В отличие от спайков, ПСП возникают независимо от уровня поляризации мембраны. Эти потенциалы суммируются во времени и пространстве, что определяет интегративную деятельность нейрона (Ткаченко Б.И., 2005).

Когда спайк движется по афферентным путям к нейрону, возникают возбуждающие (ВПСП) или тормозные постсинаптические потенциалы (ТПСП). ВПСП вызывают положительное отклонение внутриклеточного потенциала, что приводит к снижению разности потенциалов между внутри- и внеклеточными пространствами, то есть возникает деполяризация. Для ТПСП характерно отрицательное отклонение внутриклеточного потенциала, и, как следствие, – увеличение разности потенциалов (гиперполяризация) (Ерофеев Н.П., 2014).

Спайки и ПСП оказывают взаимное влияние друг на друга. Спайковая бомбардировка вызывает колебания мембранного потенциала, а от величины мембранного потенциала зависит вероятность генерации спайка. Спайковая нейронная активность не вносит значительного вклада в суммарную ЭЭГ, по-

этому электрическая активность мозга отображает в основном градуальные колебания соматодендритных потенциалов (Александров М.В. с соавт., 2018).

В стволе головного мозга, а также в передних отделах лимбической системы находятся ядра, возбуждение которых приводит к изменению функциональной активности практически всего головного мозга. Выделяют восходящие активирующие системы (расположенные в ретикулярной формации и преоптических ядрах переднего мозга), а также подавляющие (тормозящие) сомногенные системы (локализованные в неспецифических таламических ядрах, нижних отделах моста, продолговатом мозге). Обе системы имеют ретикулярную организацию (сетевидное строение) и двусторонние корковые проекции. Поэтому даже если локально активировать часть этой подкорковой системы, то постепенно в процесс вовлекается вся система. Раздражение активирующих систем вызывает реакцию пробуждения, а сомногенных – дремоту и засыпание (Лурия А.Р., 2004).

Показатели ЭЭГ отражают уровень функциональной активности головного мозга. Возбуждение активирующих ретикулокортикальных систем вызывает реакцию десинхронизации на ЭЭГ, которая проявляется в виде высокочастотной, низкоамплитудной, нерегулярной по частоте электрической активности. Таким образом, высокий уровень функциональной активности головного мозга проявляется десинхронизацией в суммарной электрической активности. Поэтому активирующие системы головного мозга называют десинхронизирующими (Данилова Н.Н., 2010; Ермаченко Н.С. с соавт., 2011).

При снижении уровня функциональной активности происходит сокращение афферентного притока, активность нейронов начинает больше зависеть от эндогенных механизмов, нейроны объединяются в большие синхронизированные группы, которые мало реагируют на внешние стимулы и почти не включаются в новую активность – возникает синхронизированная активность, которая на ЭЭГ проявляется в виде регулярных высокоамплитудных медленных колебаний и отражает меньшую информационную содержательность процессов

(сон без сновидений, наркоз, глубокая кома) (Украинцева Ю.В., 2017; Иванов Л.Б., 2016).

Как известно, в процессе операторской деятельности периодически возникают внештатные ситуации, требующие от оператора гибкости мышления, нестандартных решений и подходов, так как невозможно предугадать все возможные ситуации и разработать соответствующие им алгоритмы поведения. Таким образом, процесс операторской деятельности, несмотря на некую механизированность и монотонию, зачастую требует способности мыслить нестандартно и самостоятельно находить решение в сложившейся ситуации. Следовательно, автоматизированные системы управления не исключают творческого подхода к операторской деятельности (Голиков Ю.Я., 2000).

Установлено, что решение различных творческих задач, требующих нестандартного подхода, сопровождается разнонаправленными изменениями параметров электрической активности головного мозга в различных диапазонах и локализации, которые отражают различные функциональные состояния коры (Бойцова Ю.А. с соавт., 2018, Медведев С. В. с соавт., 2018). При этом в процессе творческого мышления наиболее часто обнаруживаются изменения в альфа-диапазоне (Petsche H., 1996; Razumnikova O.M., 2007; Petsche H. et al., 1997; Данько С.Г., Старченко М.Г., Бехтерева Н.П., 2003; Shemyakina N.V. et al., 2010). Например, решение задач на дивергентное мышление (метод творческого мышления, который заключается в поиске множества решений одной и той же проблемы) сопровождается увеличением когерентности и мощности альфа-ритма в теменно-затылочных областях билатерально (Jausovec N., Jausovec K., 2000).

Увеличение мощности альфа-ритма в данных случаях может быть связано с повышенной концентрацией внимания, вовлечением ассоциативного мышления и памяти, продуктивного воображения для решения поставленной задачи (Старченко М. Г., 2018, Яценко М.В. с соавт., 2018). В работе М.Г. Старченко (2018) показано, что показатель оригинальности мышления харак-

теризуется снижением мощности ЭЭГ в бета-диапазоне в лобных и теменно-затылочных отделах коры. Многими авторами упоминается, что теменно-затылочные области играют важную роль в творческом процессе поиска нестандартного решения поставленной задачи. При этом роль лобных областей может заключаться в активации или торможении тех или иных участков теменных и височных зон коры, необходимых для решения творческой задачи (Костандов Э.А. с соавт., 2018).

Также при нахождении оригинальных решений поставленной задачи постоянно инсайта («озарения») может предшествовать уменьшение мощности ЭЭГ в бета-диапазоне в височной области (Sheth B., Sandkühler S., Bhattacharya J., 2009).

Ряд авторов отмечает увеличение мощности ЭЭГ в высокочастотных бета- и гамма-диапазонах в процессе поиска творческого решения задачи (Sandkühler S., Bhattacharaya J., 2008; Molle M. et al., 1999). Однако в работе М.Г. Старченко (2018) впервые описано генерализованное уменьшение мощности ЭЭГ в гамма-диапазоне при выполнении заданий, требующих оригинального решения. Автор предполагает, что для успешного решения заданий на оригинальность требуется включение механизма детекции ошибок, что отражается в генерализованном снижении мощности в гамма-диапазоне.

Таким образом, способность находить оригинальные решения в нестандартных ситуациях является одним из важных качеств успешной работы оператора, а исследование биоэлектрической активности головного мозга может косвенно прогнозировать способность оператора искать и находить решения при возникновении внештатных ситуаций, что может в дальнейшем использоваться в профессиональном отборе.

**Использование лазерной доплеровской флоуметрии для определения особенностей системы микроциркуляции у операторов**

Система микроциркуляции представляет собой наименьшую функциональную единицу сосудистой системы, которая обеспечивает адекватную трофику органов и тканей в соответствии с функциональным состоянием организма (Лёвин В.П., 2015). Кровь с растворёнными в ней кислородом и питательными веществами, необходимыми для тканевого метаболизма, транспортируется из сосудистого пространства в микроциркуляторное русло, где микрососуды доставляют нутриенты к клеткам и эвакуируют продукты метаболизма (Kelly R.I. et al., 1995; Манцкава М.М., 2016).

Микроциркуляторная сосудистая единица состоит из артериолы, метартериолы, двух венул, магистрального канала (наиболее крупного капилляра – артериоловеноулярного анастомоза или шунта), истинных капилляров, а также нервов и лимфатических сосудов. Микроциркуляторная единица является основой строения соединительнотканых паренхиматозных и стромальных элементов (Поленов С.А., 2008).

Вариабельность микроциркуляции определяет способность компонентов микроциркуляторного русла адаптироваться под физиологические потребности тканей в зависимости от функционального состояния организма (Терехин С.С., Тихомирова И.А., 2012).

Параметры микроциркуляции используются для оценки вегетативной регуляции, а также уровня адаптации организма, поскольку именно на уровне микроциркуляторного русла осуществляется интеграция всех звеньев сосудистой системы человека (Федорович А.А., 2010). Данные показатели имеют большое значение в операторской деятельности, поэтому использование методов диагностики состояния микроциркуляторного русла можно использовать при профессиональном отборе лиц на операторские профессии.

Обращает на себя внимание то, что у операторов систем человек-машина отмечается повышенная заболеваемость синдромом Рейно (Фаттахов В.В., Максумова Н.В., 2018). Для данной патологии характерны эпизоды преходящей дигитальной ишемии вследствие вазоконстрикции дигитальных артерий,

прекапиллярных артериол и кожных артерио-венозных шунтов, возникающей в результате воздействия низких температур и психоэмоционального стресса (Алекперов Р.Т., Старовойтова М.Н., 2010). Данный факт, по нашему мнению, определяет особую важность диагностики состояния микроциркуляции не только в процессе профессионального отбора лиц на операторские профессии, но и во время регулярных медицинских обследований операторов.

В настоящее время для диагностики состояния микроциркуляторного русла используется ряд неинвазивных методик (компьютерная капилляроскопия, лазерная доплеровская флоуметрия и т. д.), которые дают возможность оценить состояние микроциркуляции как непосредственно тестируемой области, так и (опосредованно) внутренних органов, в соответствии с зонами кровоснабжения концевых артерий и зонами Захарьина-Геда. В нашей работе использовался метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), который позволяет оценить функциональное состояние системы микроциркуляции (Абрамович С.Г., Машанская А. В., 2010; Fullerton A., Stucker M. et al., 2002).

С помощью лазерной доплеровской флоуметрии определяется состояние тканевой перфузии. В основе метода лежит оптическое неинвазивное зондирование ткани лазерным излучением с последующим анализом частотного спектра сигнала, отражённого от эритроцитов, движущихся в микроциркуляторном русле (Лёвин В.П. с соавт., 2015, Humeau A., Steenbergen W. et al., 2007). В ткани свет рассеивается отражающими частицами. Часть его отражается от ткани и по приёмному световоду попадает на внутренний фотоприёмник аппарата для дальнейшей обработки и анализа. Лазерное излучение, отражённое от статичных объектов, не меняет своей частоты, а отражённое от подвижных частиц (в частности, эритроцитов) имеет доплеровское смещение частоты относительно зондирующего сигнала, что позволяет определить скорость движения эритроцитов в зондируемом объёме ткани (Бархатов И.В., 2013). Поэтому при обработке отражённого излучения выявляется доплеров-

ский частотный сдвиг, который пропорционален скорости движения эритроцитов.

Амплитуда сигналов в приборе формируется с учётом всех эритроцитов, находящихся в области зондирования, которые движутся с разными скоростями и по-разному количественно распределены в артериолах, капиллярах, венах и артериовенулярных анастомозах (Воронин А.А., 2007; Bergstrand S., Lindberg, L.G. et al., 2009).

Спектр принятого сигнала обрабатывается в соответствии с алгоритмом Боннера для данного типа отражения, а также рассчитывается объём потока (мл/мин./100 г ткани).

Таким образом, в основе метода ЛДФ лежит измерение доплеровской компоненты в спектре отражённого лазерного сигнала, рассеянного на движущихся в микрососудах форменных элементах крови (Саркисов К.Г., Дужак Г.В. 1999; Choi С.М., Bennett R.G., 2003). Иными словами, проводится спектральный анализ колебаний кровотока.

После регистрации ЛДФ-граммы первоначально оцениваются основные параметры микроциркуляции – постоянная составляющая перфузии ( $M$ ), среднеквадратичное отклонение (СКО) амплитуды колебаний кровотока от среднего арифметического значения ( $\sigma$ , «флак») и коэффициент вариации ( $Kv$ ) (Бархатов И.В., 2013).

Постоянная составляющая перфузии представляет собой среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции, то есть среднюю перфузию в микроциркуляторном русле за определённый промежуток времени. Увеличение или снижение перфузии характеризуется соответствующими изменениями значения  $M$ .

Флакс является показателем вариабельности микроциркуляции. Связан с изменением скорости и концентрации эритроцитов (что зависит от изменения просвета сосудов и регулируется эндотелиальными, нейрогенными и миогенными механизмами) и отражает среднюю модуляцию кровотока во всех частот-

ных диапазонах. Флаксмоции представляют собой амплитудно-частотные колебания кровотока в течение выбранного промежутка времени.

Коэффициент вариации показателей кровотока ( $K_v$ ) характеризует соотношение между перфузией ткани и величиной её изменчивости (флаксом). Чем выше значение коэффициента вариации кровотока, тем лучше состояние микроциркуляции (Фаттахов В.В., Максумова М.В., 2018).

В микроциркуляторном русле сконцентрированы активные и пассивные механизмы регуляции сосудистого тонуса. Активные механизмы регуляции пространственно локализованы в микроциркуляторном русле и модулируют поток крови со стороны сосудистой стенки, непосредственно воздействуя на систему микроциркуляции. К ним относятся миогенный, нейрогенный и эндотелиальный механизмы изменения сосудистого тонуса. Пассивные факторы вызывают колебания кровотока вне системы микроциркуляции – пульсовая волна и изменение давления в венозном отделе сосудистого русла в фазы вдоха и выдоха (Аминова Г.Г., 2003).

Эти механизмы создают колебания кровотока в определённых частотных диапазонах, которые имеют диагностическое значение (Неймарк А. И., Раздорская М.В., 2013). В процессе обработки ЛДФ-грамм проводится амплитудно-частотный анализ колебаний микрокровотока, что позволяет диагностировать активность определённого механизма регуляции. При этом выделяется несколько видов колебаний кровотока в микроциркуляторном русле.

1. Сверхнизкочастотные (очень низкочастотные) колебания (VLF – Very Low Frequency) частотой 0,01-0,03 Гц, являются наиболее физиологически значимыми и характеризуют влияние гуморально-метаболических факторов на состояние микроциркуляции.

2. Низкочастотные колебания (LF – Low Frequency), «медленные ритмы» в диапазоне 0,05-0,15 Гц. Обусловлены спонтанной периодической активностью собственных компонентов микроциркуляторного русла (ритмической активностью эндотелия, гладких миоцитов в стенке артериол, вазомоцией, функциони-

рованием путей шунтирующего кровотока). Снижение амплитуды низкочастотных флуксуций может свидетельствовать о спазме сосудов микроциркуляторного русла.

3. Высокочастотные колебания (HF – High Frequency), «быстрые ритмы», частотой 0,2-0,4 Гц, совпадают с дыхательными ритмами и обусловлены колебаниями венозного кровотока в связи с изменением давления в грудной клетке в фазы вдоха и выдоха (что приводит к изменению давления в венозном отделе сосудистого русла). В норме эти колебания выражены слабо. Анализ дыхательных ритмов характеризует состояние венозного оттока. Нарастание амплитуды этих колебаний происходит в условиях застоя крови в венах.

4. Высокочастотные (1,0-1,2 Гц) пульсовые колебания (CF – Cardio-dependent Frequency, кардиоритмы). Отличаются малой амплитудой колебания флуксуций и связаны с изменениями скорости движения эритроцитов в микрососудах, которые вызываются пульсовыми колебаниями кровотока, перепадами систолического и диастолического давления (Воробьева, Н. В. с соавт., 2018). Анализ кардиоритмов позволяет характеризовать состояние артериального притока в микроциркуляторное русло. Увеличение амплитуды пульсовой волны коррелирует с увеличением притока крови, в частности, при артериальной гипертензии (Козлов В.И. с соавт., 2012). Снижение амплитуды CF-флуксуций характерно для возрастания тонуса артериол, застоя в капиллярном русле.

VLF и LF-колебания характеризуют активные механизмы модуляции кровотока, HF и CF – пассивные. При анализе параметров амплитудно-частотного спектра (АЧС) доплерограмма раскладывается на перечисленные выше частотные составляющие спектра колебаний кровотока и вычисляется процентный вклад каждой из них в мощность всего спектра ЛДФ-граммы.

Потеря колебаний в доплеровской флоуграмме («спектральное сужение») является диагностическим признаком нарушений регуляторных меха-

низмов микроциркуляции, которые тесно связаны с нарушениями кровотока и снижением трофики в тканях (Козлов В.И. с соавт., 2012).

Таким образом, анализ амплитудно-частотных характеристик спектра колебания перфузии и величин амплитуды колебаний микрокровотока в определённых частотных диапазонах даёт наиболее полную картину состояния микроциркуляторного русла.

Также в процессе анализа ЛДФ-граммы оцениваются миогенный тонус (МТ), нейрогенный тонус (НТ), показатель шунтирования (ПШ) и индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ), которые рассчитываются по соответствующим формулам (Бархатов И.В., 2013).

Точкой воздействия нейрогенного механизма регуляции сосудистого тонуса являются артериолы и артериальный участок шунта, а миогенный механизм реализуется путём воздействия на прекапилляры. При увеличении миогенного тонуса наряду с нормальным или пониженным нейрогенным тонусом большая часть кровотока движется в обход нутритивного звена микроциркуляторного русла, что приводит к увеличению показателя шунтирования. Таким образом, повышение ПШ свидетельствует о нарушении процессов капиллярного кровообращения. При значении показателя шунтирования менее 1 кровь поступает в капиллярную сеть. В то же время, если показатель шунтирования имеет значение более 1, то в микроциркуляторном русле преобладают процессы шунтирования по артерио-венулярным анастомозам в обход капиллярного русла крови (Крупаткин А.И., 2012).

Индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ) характеризует взаимоотношения между колебаниями кровотока в различных областях частотного спектра. Снижение ИЭМ указывает на преобладание пассивных механизмов регуляции кровотока, и наоборот (Неймарк А.И., Раздорская М.В., 2013).

По данным, полученным с помощью метода ЛДФ, выделяют три основных типа микроциркуляции: нормоциркуляторный, гиперемический и застойный (Воробьёва Н.В. с соавт, 2018).

1. Нормоциркуляторный гемодинамический тип микроциркуляции без признаков нарушения периферического кровообращения выявляется у здоровых людей. Характеризуется аperiodической доплерограммой с нерегулярными колебаниями кровотока с высокой амплитудой. При этом преобладают волны низкочастотного диапазона, а высокочастотные колебания играют заметно меньшую роль. Этот тип ЛДФ-граммы характерен для сбалансированного состояния механизмов «активной» и «пассивной» регуляции колебаний тканевого кровотока.

2. Гиперемический гемодинамический тип микроциркуляции формируется в результате усиления притока в микроциркуляторное русло и часто выявляется при острых воспалительных процессах. При этом значительно увеличивается количество функционирующих капилляров, возникает расширение и усиление извитости микрососудов, повышается проницаемость сосудистой стенки. Такая форма патологии микроциркуляции характеризуется низкоамплитудными колебаниями на фоне высокого показателя микроциркуляции (ПМ). При этом отмечаются относительно высокий уровень тканевой гиперемии, а также показателя шунтирования крови (ПШ). Максимальный вклад со стороны пассивных модуляций тканевого кровотока в формировании спектра флуксуций (VLF), а роль высокочастотных и пульсовых колебаний возрастает по сравнению с нормальным типом микроциркуляции. Снижен вклад вазомоторного ритма в модуляцию тканевого кровотока.

3. Спастический тип микроциркуляции возникает при спазме резистивных сосудов, в результате чего уменьшается приток крови в микроциркуляторное русло и существенно снижается уровень тканевой перфузии, отмечается преобладание симпатического звена в регуляции тканевого кровотока. Для данного типа микроциркуляции характерны нерегулярные колебания кровотока с довольно низкой амплитудой, снижение значений ПМ, преобладание волн низкочастотного диапазона и пульсовые колебания (при этом амплитуда LF не изменяется или увеличивается, а амплитуда CF снижается). При этом реги-

стрируется монотонная низкоамплитудная ЛДФ-грамма (Фаттахов В.В., Максумова Н.В., 2018).

Таким образом, используя характеристики колебательных процессов, метод лазерной доплеровской флоуметрии позволяет диагностировать функциональное состояние микроциркуляторного русла в целом, определить величину перфузии тканей и охарактеризовать её изменчивость во времени, а также активность того или иного механизма регуляции сосудистого тонуса.

### **1.3. Влияние биоритмологических особенностей на эффективность операторской деятельности**

Операторская деятельность, как правило, предполагает посменный график работы

Хронотип представляет собой относительно устойчивую индивидуальную временную периодизацию психофизиологического состояния, а также работоспособности человека, что проявляется в виде предпочтения им утренней или вечерней деятельности (Кураев Г.А., 2002; Чибисов С.М. с соавт., 2013).

Ещё в начале XX века немецкий психиатр Э. Крепелин (Kraepelin E., 1903) предположил, что работоспособность человека меняется с суточной периодичностью, и её максимум у разных людей приходится на разное время суток. Данные гипотезы легли в основу диссертаций его учеников – А. Эрн и Э. Михельсона. Предположительно, А. Эрн впервые обозначил представителей утреннего и вечернего хронотипов как «А- и Б-типы» (Oehrн A., 1889). В работе же Э. Михельсона на основе анализа графиков глубины сна было показано, что для человека утреннего типа характерно быстрое увеличение глубины сна в начале ночи. Кроме того, у человека вечернего типа сон был менее глубоким, а время достижения наибольшей глубины сна запаздывало в сравнении с человеком утреннего типа (Michelson E.R., 1891).

На основании полученных результатов Э. Крепелин выделил «утренних» и «вечерних работников», отмечая, что у утреннего типа время от засыпания до

достижения максимальной глубины сна наступает достаточно быстро, а у вечернего типа «запаздывает» на несколько часов (Краепелин Е., 1903).

Большой вклад в разработку тематики влияния индивидуальной организации цикла «сон-бодрствование» на работоспособность человека в то или иное время суток внесли О. Остберг и Д. Хорн (Putilov A.A., 2017). Основываясь на опроснике О. Оквиста, О. Остберг и Д. Хорн создали обновлённый список из 19 вопросов (Horne D., Östberg O., 1976). Вопросы касались в основном предпочтений анкетированного человека (какие часы бы выбрал для пробуждения, отхода ко сну, физических нагрузок и т. д.) Сумма баллов определяла принадлежность человека к одному из пяти типов – от крайнего вечернего типа до крайнего утреннего типа предпочтения. Средний тип определялся как промежуточный. Безусловно, в дальнейшем создавались новые опросники, комбинировались части старых, предпринимались попытки сократить число вопросов в старых и комбинированных опросниках до 6, 7, 13 и т. д. (Adan A. et al., 2012; Di Milia et al., 2013). Тем не менее, опросник Хорна-Остберга и по сей день остаётся наиболее часто используемым инструментом хронотипологического анкетирования (Эдлунг М., 2004).

В 1986 году тест Хорна-Остберга был модифицирован С.И. Степановой. В него добавили 4 вопроса, касающиеся предпочтительного времени пробуждения во время отпуска или каникул, лёгкости засыпания в обычных условиях, а также возможности использования для подготовки к экзамену времени с 23.00 до 2.00 и с 4.00 до 7.00. Помимо этого были внесены дополнения в другие вопросы, что сделало тест более адаптированным и удобным. На сегодняшний день тест Остберга в модификации С.И. Степановой является самым распространённым методом определения хронотипа человека.

На сегодняшний день существуют различные классификации хронотипов, из которых наиболее распространено деление людей на три типа.

1. Утренний тип («жаворонки») – с высоким уровнем активности и работоспособности в первой половине дня.

2. Вечерний тип («совы») – со смещением активности и работоспособности на вечернее время.

3. Индифферентный тип («голуби» или аритмики) – промежуточный тип с невыраженной периодизацией активности.

Некоторые авторы дополнительно делят утренний и вечерний хронотип на чётко выраженный и слабо выраженный типы (Путилов А. А., 2003; Roenneberg T. et al., 2003).

Установлено, что представители того или иного хронотипа характеризуются разным уровнем психоэмоциональной устойчивости (Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., 2014).

Кроме того, установлено, что циркадные ритмы, определяющие активность вегетативной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем в разное время суток, варьируются в зависимости от принадлежности к тому или иному хронотипу (Салова Ю.П., 2013). При этом было выявлено, что ритмическая организация дыхательной и сердечно-сосудистой систем (показатели центральной и периферической гемодинамики) у представителей аритмичного хронотипа имеет более выраженную циркадную ритмичность в сравнении с другими хронотипами. Во второй половине дня определены акрофазы для показателей дыхательной системы и центральной гемодинамики, тогда как в утренние часы – для показателей периферической гемодинамики.

Таким образом, определение при профотборе принадлежности кандидатов к тому или иному хронотипу, позволяет выявить, в какое время суток данный индивид проявляет наибольшую работоспособность и активность, (а, следовательно, допустит наименьшее количество ошибок), а также пригодность к посменному графику работы.

#### **1.4. Влияние эмоционального и психометрического интеллекта на эффективность операторской деятельности**

В современных условиях операторская деятельность, как правило, связана с периодическим, иногда длительным и интенсивным воздействием (или ожиданием воздействия) экстремальных значений различных факторов. К их числу относятся профессиональные, социальные, экологические и иные факторы, влияние которых сопровождается негативными эмоциями, перенапряжением физических и психических функций, деструкцией ряда параметров деятельности (Жовнерчук Е.В., 2011; Бодров В.А., 2011). Наиболее характерным психическим состоянием, развивающимся в результате воздействия указанных факторов, является психологический и информационный стресс. Он возникает в ситуациях перегрузок, когда человек, несущий большую ответственность за последствия принимаемых решений, не справляется с поиском нужного алгоритма и не успевает принимать верные решения в требуемом темпе (Фугелова Т.А., 2010). Яркие примеры информационных стрессов даёт работа операторов технических систем управления: операторы АЭС, авиадиспетчеры, операторы АРМ командных пунктов управления (Величко С.В., 2006). Известно много случаев принятия неадекватных решений в стрессовых ситуациях (Walker J.S., 2004; Тихонов М.Н., Муратов О.Э., 2010), что требует изучения влияния психологических факторов на эффективность операторской деятельности.

В последнее десятилетие концепция эмоционального интеллекта (Emotional Intelligence), как альтернативы традиционного интеллекта, стала широко известна в науке и привлекает большое внимание научного психологического сообщества (Крайторов А.Н., 2017; Закарян К.А., 2018; Матрёнин Д.И., Харитонова И.В., 2019; Степнова Л.А., Бабаскин Д.В., 2019). Сначала понятие «эмоциональный интеллект» в большей степени принадлежало популярной психологии, но академическая психология также быстро признала его в качестве важного конструкта, обладающего высоким объяснительным и прогности-

ческим потенциалом. Многие сторонники данной концепции утверждают, что эмоциональный интеллект играет существенную роль в успешности повседневной деятельности (Bar-On R., 2004; Goleman D., 2005; Андреева И.Н., 2006; Симбирцева Н.В., 2008; Рыжов Д.М., 2012). Так, некоторые авторы считают, что коэффициент эмоционального интеллекта имеет даже большую прогностическую ценность, чем простой интеллект (Blanchard K.H., Hodges P., 2003; Goleman D. et al., 2005; Агеева Е.И., 2010). Особенно это касается стрессовых ситуаций, когда оператор действует, подчиняясь эмоциям, а не логике (Goleman D., 2005; Salovey J., Mayer P., 2005; Yukl G., 2006).

В настоящее время происходит активная разработка проблематики эмоционального интеллекта. В частности, П. Сэловей и Д. Майер определяют эмоциональный интеллект как группу ментальных качеств, которые представляют собой способность осознавать и понимать собственные чувства и эмоции, эмоции окружающих, а также умение управлять ими (Mayer J. D., Salovey P. et al., 2011).

Выделяют три сферы эмоционального интеллекта: внутренний, социальный и экзистенциальный EI (Манойлова М.А., 2014).

В свою очередь, каждая из трёх исследуемых нами сфер состоит из комплекса личностных характеристик. В частности, сфера внутреннего эмоционального интеллекта включает в себя следующие качества:

1) осознанное отношение к самому себе – способность к самоанализу и адекватной самооценке, осознание и понимание собственных чувств и эмоций, самоуважение, уверенность в себе;

2) самоконтроль – способность контролировать свои чувства и эмоциональные реакции, умение «держаться в руках» и не давать эмоциям «перехлестывать через край»;

3) самореализация.

В свою очередь социальный эмоциональный интеллект включает в себя следующие компоненты:

1) эмпатия – психическое свойство личности, которое определяет способность к глубокому и точному восприятию внутреннего мира другого человека, его скрытых эмоций, переживаний и смысловых оттенков. Высокий уровень развития эмпатии, предполагая наличие глубокого чувства такта, позволяет учитывать психологическое состояние собеседника и в зависимости от этого строить свою линию поведения. Эмпатия, как свойство, облегчающее взаимодействие человека с другими людьми, является, безусловно, одним из главных составляющих высокого социального интеллекта;

2) способность управлять взаимоотношениями;

3) социальная чуткость;

4) социальная ответственность – умение быть активным членом социума.

Экзистенциальный интеллект включает в себя следующие качества: высокую степень адаптации к различным условиям, психологическую гибкость-гибкость, умение адекватно оценивать действительность, находить выход из трудных ситуаций, при сохранении способности радоваться жизни и общему позитивном настрою. Перечисленные составляющие экзистенциального эмоционального интеллекта при высоком уровне развития позволяют человеку легче адаптироваться к стрессовым ситуациям.

Следовательно, диагностика уровня развития общего эмоционального интеллекта и его основных сфер позволяет оценить, насколько хорошо человек понимает самого себя, осознает эмоции и чувства, которые им движут, может ли он «держать себя в руках», регулировать эмоциональные проявления и сохранять способность ясно мыслить и принимать верные решения в экстремальных ситуациях. Также открывается возможность узнать, насколько внимательно человек относится к другим людям и их чувствам, способен ли он осознавать, что стоит за поступками окружающих, что ими движет. И, наконец, предложенный тест предлагает увидеть перспективу положительных изменений как в личной, так и в профессиональной жизни, поскольку, эмоциональный интеллект является динамичной структурой (Гоулман Д., 2009). Соответственно, его

можно развивать на протяжении всей жизни, добиваясь новых успехов в желаемых сферах.

Таким образом, эмоциональный интеллект, являясь одним из критически важных качеств успешного оператора, может быть использован в качестве одного из важнейших критериев для профессионального отбора лиц на операторские профессии, а также для контроля качества специальной подготовки и переподготовки операторов.

Одним из первых шагов на пути профилактики аварийности в работе операторов является разработка рекомендаций по профессиональному отбору лиц для операторских профессий с учётом индивидуальных физиологических и психофизиологических характеристик (Бодров В.А., Журавлёв, 2012; Кальниш В.В., Швец А.В., 2014). Вместе с тем, психофизиологический анализ трудовой деятельности операторов разного профиля позволяет определить ключевые физиологические и когнитивные функции человека, которые в наибольшей степени ответственны за успешность выполнения данной работы.

Таким образом, в связи с повсеместным распространением АСУ, профессия оператора обретает всё большее значение, востребованность и актуальность. Сложные условия труда, необходимость решать разнообразные задачи максимально быстро и правильно, а также высокая цена возможных ошибок оператора диктуют необходимость жёсткого профотбора в данной сфере.

Высокий уровень эмоционального интеллекта определяет способность находить правильный выход из внештатных ситуаций, не поддаваясь панике и не позволяя эмоциям перехлёстывать через край. Это позволит значительно снизить вероятность ошибочных действий оператора и практически исключить катастрофические последствия на потенциально опасных объектах. Уровень психометрического интеллекта также весьма важен для современных операторов, поскольку им приходится решать сложные профессиональные задачи, тре-

бующие не только обширных общих и специальных знаний, но и развитых способностей.

Посменный график работы обязывает обязательно учитывать индивидуальные хронофизиологические особенности оператора, чтобы определить, в какое время суток данный индивидуум сможет быть максимально эффективным.

Кроме того, выявление особенностей вегетативного статуса позволит прогнозировать стрессоустойчивость оператора, что имеет огромное значение, поскольку в данной сфере случаются внештатные ситуации, требующие от персонала собранности и способности действовать быстро и правильно.

## **ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование выполнялось на базе лаборатории нейрофизиологии кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России в соответствии с перспективным планом научно-исследовательских работ кафедры в течение 2014-2018 годов. Данная работа была реализована в дизайне когортного исследования. Проведение настоящего клинического исследования одобрено Региональным независимым этическим комитетом (протокол № 132-2011 от 09.04.2011). Поправок к исходному протоколу не было. Все участники исследования подписывали форму информированного согласия до момента включения в работу. Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами согласно Хельсинкской Декларации, Европейским предписаниям по GCP и Правилам проведения качественных клинических испытаний в Российской Федерации.

### **2.1. Алгоритм исследования**

Объектом исследования стали 121 человек с элементарными навыками операторской деятельности и 40 профессиональных операторов (диспетчеров станций скорой медицинской помощи, пожарной части г. Волгограда). Возраст участников на момент включения в исследование составлял от 18 до 45 лет. По результатам предварительного медицинского осмотра все обследованные были признаны практически здоровыми.

Для достижения поставленной в работе цели и решения конкретных задач были определены следующие этапы исследования.

**I этап.**

1. Анализ особенностей профессиональной деятельности операторов сенсомоторного профиля, оказывающих существенное влияние на результативность труда, и выявление факторов, приводящих к ошибкам в работе.
2. Оценка влияния эмоционального и психометрического интеллекта, а также индивидуальной хронофизиологической организации на эффективность операторской деятельности.

**II этап.**

Определение хронофизиологических особенностей у операторов с различным уровнем профессиональной подготовки.

Оценка общего эмоционального интеллекта, а также его составляющих у операторов с различным уровнем профессиональной подготовки и хронотипом.

Оценка общего психометрического интеллекта, а также его составляющих у операторов с различным уровнем профессиональной подготовки и хронотипом.

**III этап.**

1. Определение особенностей вегетативного статуса и реагирования у лиц с начальными навыками операторской деятельности и различной хронофизиологической организацией (по данным кардиоинтервалографии).
2. Определение особенностей биоэлектрической активности головного мозга у лиц с начальными навыками операторской деятельности и различной хронофизиологической организацией (по данным электроэнцефалографии).
3. Определение особенностей микроциркуляции у лиц с начальными навыками операторской деятельности и различной хронофизиологической организацией (по данным лазерной доплеровской флоуметрии).

**IV этап.**

1. Оценка эффективности труда операторов в обычных условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности, имеющих разную хроно-

типологическую организацию (по результатам теста на сенсомоторное слежение).

2. Оценка эффективности труда операторов в осложнённых условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности, имеющих разную хронотипологическую организацию (по результатам теста на сенсомоторное слежение после эмоциогенной нагрузки).

#### **V этап.**

Анализ влияния индивидуальных хронофизиологических особенностей, а также уровня эмоционального и психометрического интеллекта на эффективность операторской деятельности сенсомоторного профиля.

#### **VI этап.**

Разработка практических рекомендаций по профессиональному отбору лиц для операторских профессий с учётом индивидуальных хронофизиологических особенностей, уровня эмоционального и психометрического интеллекта, а также параметров физиологического обеспечения деятельности.

## **2.2. Объём и структура исследования**

В данное исследование включены 40 профессиональных операторов (диспетчеров станций скорой медицинской помощи, пожарной части Волгограда) и 121 человек с начальными навыками операторской деятельности.

Первоначально обследуемые были разделены на три группы в зависимости от принадлежности к тому или иному хронотипу. Затем определялась степень влияния хронотипа на уровень эмоционального и психометрического интеллекта, биоэлектрическую активность головного мозга, а также индивидуальные особенности микроциркуляции, вегетативного статуса и реагирования. Кроме того, выявлялась взаимосвязь между хронотипом и эффективностью операторской деятельности в обычных и осложнённых условиях.

Хронофизиологические особенности участников исследования определялись с помощью теста Остберга в модификации С.И. Степановой (1989). При этом нами выделялось три хронотипа: утренний, аритмичный и вечерний.

Индивидуальные особенности эмоционального интеллекта (ЭИ) оценивались с использованием модифицированного опросника Ж.-М. Беар (2007). Исследовался уровень общего ЭИ, а также трёх его сфер – внутреннего, социального и экзистенциального ЭИ. При этом выделялось 5 уровней его развития: сверхвысокий, высокий, средний, низкий, сверхнизкий.

Уровень психометрического интеллекта определялся с помощью модифицированного опросника Ж.-М. Беар (2007). При этом определялся уровень общего IQ (сверхвысокий, высокий, средний, низкий, сверхнизкий), а также уровень развития (высокий, средний, низкий) трёх его сфер – математического, вербального и экзистенциального IQ.

Также исследовались индивидуально-типологические особенности физиологического обеспечения профессиональной деятельности – биоэлектрическая активность головного мозга, особенности вегетативного статуса и реагирования, а также особенности микроциркуляции.

Особенности биоэлектрической активности головного мозга исследовались с помощью электроэнцефалографии с использованием международной схемы установки электродов «10-20 %».

Особенности вегетативного статуса и реагирования изучались с помощью кардиоинтервалографии в покое с последующим спектральным анализом сердечного ритма.

Особенности микроциркуляции оценивались с использованием метода лазерной доплеровской флоуметрии.

Эффективность операторской деятельности изучалась на компьютерной модели с помощью программы на сенсомоторное слежение. Тест проводился в обычных и осложнённых условиях, то есть после эмоционального стресса, индуцированного зеркальной координметрией.

Общие сведения об объёме и структуре исследования представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Объём и структура исследования

№ п/п	Методы исследования	Количество наблюдений
<b>Исследование профессиональных операторов</b>		
1.	Определение хронотипа с использованием теста Остберга в модификации Степановой С.И. (1989)	40
2.	Исследование общего уровня и структуры психометрического интеллекта по адаптированной методике Ж.-М. Беар с соавт. (2007) у профессиональных операторов	40
3.	Исследование общего уровня и структуры эмоционального интеллекта у профессиональных операторов по адаптированной методике Ж.-М. Беар с соавт. (2007)	40
<b>Исследование лиц с начальными навыками операторской деятельности</b>		
4.	Определение хронотипа с использованием теста Остберга в модификации Степановой С.И. (1989)	121
5.	Исследование общего уровня и структуры психометрического интеллекта по адаптированной методике Ж.-М. Беар с соавт. (2007)	121
6.	Исследование общего уровня и структуры эмоционального интеллекта у профессиональных операторов по адаптированной методике Ж.-М. Беар с соавт. (2007)	121
7.	Исследование особенностей вегетативного статуса и реагирования (методом кардиоинтервалографии с последующим спектральным анализом сердечного ритма)	121
8.	Исследование биоэлектрической активности головного мозга методом электроэнцефалографии в покое с использованием международной схемы установки электродов «10-20 %»	121
9.	Исследование особенностей микроциркуляции (методом лазерной доплеровской флоуметрии)	121
10.	Исследование операций сенсомоторного слежения (методом компьютерного тестирования) <ul style="list-style-type: none"> <li>• в покое</li> <li>• в осложнённых условиях (после зеркальной координометрии-эмоциогенная нагрузка);</li> </ul>	121

### 2.3. Методы исследования и характеристика оцениваемых показателей

В данной работе использовался комплекс методических приёмов, направленных на определение показателей эмоционального и психометрического интеллекта, принадлежности к тому или иному хронотипу, результативности операторской деятельности в обычных и осложнённых условиях, особенностей

биоэлектрической активности головного мозга, микроциркуляции в поверхностных сосудах, а также вегетативного статуса и реагирования.

По результатам комплексной оценки психофизиологического, физиологического и биоритмологического статуса выделены группы операторов, способных наиболее эффективно осуществлять профессиональную деятельность и имеющих функциональные резервы для повышения результативности труда.

Полученные данные обработаны с использованием современных статистических методов.

### **2.3.1. Исследование биоритмологических особенностей**

По результатам теста Остберга-Степановой обычно выделяют 5 хронотипов – слабо выраженный и чётко выраженный утренние хронотипы, аритмичный (индифферентный) хронотип, а также слабо выраженный и чётко выраженный вечерние хронотипы. Однако в ходе исследования обнаружилось, что чётко выраженный утренний хронотип представлен единичными участниками. На наш взгляд, это связано с тем, что основная масса молодых относительно здоровых людей в возрасте от 18 до 25 лет, которые составили основную когорту нашего исследования, на сегодняшний день ведёт «полуночный» образ жизни в силу ряда причин (увлечённость компьютерными играми, социальными сетями и т. д.). Как известно, хронотип не является статичной и неизменной характеристикой, то есть может меняться под воздействием внешних условий, связанных со сдвигом активности на то или иное время суток (Сурнина О.Е., 2009). Поэтому выявить чётко выраженный утренний тип в данной возрастной группе практически невозможно. Поэтому, как и множество других авторов, мы объединили крайние типы (слабо и чётко выраженные) и использовали распространённую классификацию из трёх основных хронотипов – утренний, аритмичный и вечерний.

Анкета Остберга в модификации Степановой (1989) состоит из 23 вопросов, касающихся временной организации основных режимных моментов

(наиболее комфортное время для засыпания, подъёма, утреннего приёма пищи и т. д.). Каждому ответу присваивается определённое количество баллов. Анкетирование выполнялось с использованием бумажных бланков. Для каждого вопроса предлагалось выбрать один вариант ответа. Общая продолжительность процедуры составляла 20 минут.

Далее по результатам теста определялась принадлежность к тому или иному хронотипу (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Определение хронотипа по тесту Остберга – Степановой

№ п/п	Количество набранных баллов	Хронотип
1.	От 77 баллов и выше	Утренний тип
2.	58-76 баллов	Индифферентный (аритмичный) тип
3.	От 57 баллов и ниже	Вечерний тип

### 2.3.2. Исследование исходного уровня и структуры эмоционального интеллекта

Типологические особенности эмоционального интеллекта определялись по значениям эмоционального коэффициента (EQ), измеренного с помощью адаптированной методики Ж.-М. Беар (2007). Безусловно, за рубежом активно используется целый ряд методик, направленных на исследование эмоционального интеллекта. Однако лишь немногие из них переведены на русский язык и адаптированы для российских респондентов (Осипова А.С., Федотов С.Н., 2015). Именно по этой причине мы остановили свой выбор на данной методике.

Тест состоял из 42 утверждений. При этом обследуемому необходимо было ответить, насколько каждое из них соответствует его жизненной позиции. Для этого под утверждением предлагалось выбрать один из четырёх вариантов ответа: 1) верно; 2) скорее верно; 3) скорее неверно; 4) неверно.

Тест выполнялся на бумажных бланках. Общая продолжительность выполнения заданий – 35 минут.

Каждому варианту ответа соответствовало определённое количество баллов – от 1 до 4. Для того чтобы получить результат, необходимо было суммировать количество набранных баллов в соответствии с таблицей-ключом.

Общая сумма баллов соответствовала уровню общего эмоционального интеллекта. Выделялись следующие уровни развития эмоционального интеллекта – сверхвысокий, высокий, средний, низкий и сверхнизкий (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Уровень эмоционального интеллекта по тесту Беар Ж.-М.

№ п/п	Количество баллов	Уровень эмоционального интеллекта
1.	168	Сверхвысокий
2.	121-168	Высокий
3.	81-120	Средний
4.	42-80	Низкий
5.	41 и ниже	Сверхнизкий

Также по результатам данного теста оценивался уровень развития трёх основных составляющих эмоционального интеллекта:

- 1) внутренний EQ – характеризует отношение человека к себе, направлен на понимание себя;
- 2) социальный EQ – отражает отношение к окружающему миру, способность к эмпатии и управлению взаимоотношениями;
- 3) экзистенциальный EQ – характеризует отношение к жизни в целом.

### **2.3.3. Исследование исходного уровня и структуры психометрического интеллекта**

Исследование психометрического интеллекта проводилось по результатам теста Ж.-М. Беар (2007). Этот тест создан на основе методики оценки интеллекта, которая сегодня широко используется в международной психологической практике.

Обследуемым предлагалось ответить на 45 вопросов за 45 минут. Если некоторые задания вызвали затруднение, их можно было пропускать и двигаться дальше.

Данный тест является модифицированным и сокращённым вариантом традиционного IQ-теста. Поэтому по результатам данного теста определяется не конкретная величина IQ, а один из пяти возможных уровней развития психометрического интеллекта: сверхвысокий, высокий, средний, низкий, сверхнизкий.

За каждый правильный ответ обследуемый получал 1 балл, затем количество баллов суммировалось, и с помощью таблицы-ключа определялся уровень психометрического интеллекта (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Уровень психометрического интеллекта по результатам теста Беар Ж.-М.

№ п/п	Количество правильных ответов	Баллы IQ	Уровень психометрического интеллекта
1.	Более 35	131 балл и выше	Сверхвысокий
2.	От 30 до 35	От 116 до 130	Высокий
3.	От 17 до 30	От 85 до 115	Средний
4.	От 8 до 16	От 70 до 84	Низкий
5.	Менее 8	69 и ниже	Сверхнизкий

Данный тест помимо общего уровня IQ позволяет оценить уровень развития (высокий, средний, низкий) таких составляющих психометрического интеллекта, как логический, вербальный и математический интеллект (табл. 2.5).

Логический интеллект представляет собой одну из основных составляющих интеллекта и охватывает сферу рассуждений, сознательно управляемого мышления и некоторых аспектов решения проблем. Это способность логически мыслить, правильно расставлять приоритеты, верно определять направление и последовательность действий, умение видеть причинно-следственные взаимосвязи между событиями, просчитывать действия на несколько шагов вперед,

строить алгоритмы и разрабатывать стратегии и планы достижения целей, что является незаменимым качеством в достижении успеха.

Таблица 2.5 – Уровень логического интеллекта по результатам теста Беар Ж.-М.

№ п/п	Результат	Уровень логического интеллекта
1.	более 10 баллов	высокий
2.	3-10 баллов	средний
3.	менее 3 баллов	низкий

Вербальный интеллект представляет собой способность человека оперировать языком, то есть лингвистические навыки. Каждый из нас обладает этой способностью в большей или меньшей степени, так как вербальный интеллект приходится использовать человеку практически во всех сферах жизнедеятельности. Речь, письмо, чтение – все эти способности составляют вербальный интеллект. Его самое интенсивное развитие происходит в раннем возрасте, когда начинается процесс познания окружающего мира (табл. 2.6).

Таблица 2.6 – Уровень вербального интеллекта по результатам теста Беар Ж.-М.

№ п/п	Результат	Уровень вербального интеллекта
1.	более 15 баллов	высокий
2.	5-15 баллов	средний
3.	менее 5 баллов	низкий

Вербальный интеллект напрямую связан с положением человека в обществе, его карьерным ростом, а также социальным интеллектом, так как умение хорошо воспринимать и использовать речь является важным компонентом успеха в любой области, где требуется контакт с людьми. Поэтому, чем богаче словарный запас и красивее речь, тем с большим удовольствием человека будут

слушать другие, поэтому языковые навыки являются основной составляющей интеллекта.

Математический интеллект определяет способность оперировать числами: складывать, вычитать, делить и умножать. Практически в любой сфере деятельности нам приходится сталкиваться с числами, поэтому эта составляющая интеллекта также играет очень важную роль (табл. 2.7).

Таблица 2.7 – Уровень математического интеллекта по результатам теста Беар Ж.-М.

№ п/п	Результат	Уровень математического интеллекта
1.	Более 8 баллов	высокий
2.	4-8 баллов	средний
3.	Менее 4 баллов	низкий

#### 2.3.4. Исследование особенностей вегетативного статуса

Исходные особенности вегетативного статуса определялись методом кардиоинтервалографии (КИГ) в покое с последующим спектральным анализом сердечного ритма.

Запись КИГ проводилась с помощью программно-аппаратного комплекса «Поли-Спектр», включающего в себя аппаратную часть, которая подключалась к персональному компьютеру через USB-порт и соответствующее программное обеспечение «Поли-Спектр» (ООО «Нейрософт», 2007).

Исследование проводилось через 1,5-2 часа после еды, в комфортной и спокойной обстановке, в тихом затемнённом помещении, где поддерживалась постоянная оптимальная температура воздуха (20-22 С°). Непосредственно перед началом исследования каждому обследуемому отводилось 5-10 минут на релаксацию и адаптацию к условиям исследования. Регистрация сердечного ритма проводилась в положении лёжа на спине в течение 5 минут, при спокойном дыхании. При этом на оба запястья обследуемого прикреплялись два элект-

трода (данное положение электродов соответствует I стандартному отведению в электрокардиографии), а на правую щиколотку – электрод заземления.

В полученной КИГ в каждом из кардиоинтервалов путём спектрального анализа количественно оценивались частотные составляющие колебаний ритма сердца. При этом нами выделялись три главных спектральных компонента, соответствующие диапазонам дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядков – высокочастотный, низкочастотный и очень низкочастотный компоненты. Указанные спектральные компоненты имеют соответствующие диапазоны частот.

По данным спектрального анализа сердечного ритма оценивались следующие параметры:

1) HF,  $\text{мс}^2$  (High Frequency) – мощность высокочастотных (ВЧ) колебаний (дыхательные волны), диапазон частот – 0,4-0,15 Гц (2,5-6,5 с). Основной составляющей высокочастотного компонента является вагусная активность;

2) LF,  $\text{мс}^2$  (Low Frequency) – мощность низкочастотных (НЧ) колебаний (медленные волны 1-го порядка), диапазон частот – 0,15-0,04 Гц (6,5-25 с). Мощность медленных волн 1-го порядка определяет активность вазомоторного центра, что характеризует состояние симпатического отдела вегетативной нервной системы;

3) VLF,  $\text{мс}^2$  (Very Low Frequency) – мощность очень низкочастотных (ОНЧ) колебаний (медленные волны 2-го порядка), диапазон частот – 0,04-0,003 Гц (25-333 с). VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, а также отражает состояние нейрогуморального и метаболического уровней регуляции (Вейн А.М., 2003). Таким образом, VLF может использоваться как маркёр степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем (Снежицкий В.А., 2004).

Увеличение мощности волн низкой и очень низкой частоты в общем спектре часто сопровождается различными проявлениями невротозов, а также выраженным психоэмоциональным и функциональным напряжением (Машин В.А., 2001);

4) TP, мс<sup>2</sup> (Total Power) – суммарная мощность всех компонентов спектра. Отражает общее вегетативное воздействие на модуляцию сердечного ритма, что позволяет сделать выводы о состоянии механизмов адаптации организма;

5) HF norm (n.u.), LF norm (n.u.) – мощности высокочастотного и низкочастотного компонентов спектра, выраженные в нормализованных единицах (отражают относительный вклад каждого из компонентов в пропорции к общей мощности за вычетом ОНЧ-компонента);

6) LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия (вегетативного баланса);

7) %HF, %LF, %VLF – относительные величины каждого из трёх компонентов спектра в виде процента от суммарной мощности спектра;

8) KRS – индекс кардиореспираторной синхронизации.

Для оценки уровня адаптации организма использовались такие показатели, как:

- индекс адаптационных возможностей организма (ИАВ), выраженный в процентах и вычисляемый на основании показателей кардиоритмограммы (моды, амплитуды моды, вариационного размаха);

- показатель активности регуляторных систем (ПАРС), выраженный в модулях и вычисляемый на основании частоты пульса, SDNN, RMSSD, индекса напряжения, индекса централизации, а также частотных характеристик: TP, HF, LF, VLF (Фаттахов В.В., Максумова Н.В., 2018).

### **2.3.5. Исследование биоэлектрической активности головного мозга**

Биоэлектрическая активность головного мозга оценивалась по данным электроэнцефалографии (ЭЭГ) с использованием международной схемы уста-

новки электродов «10-20 %». На каждом полушарии устанавливалось по 4 электрода парасагиттально и по одному височному электроду на линии аурикулярной вертикали.

Для регистрации ЭЭГ использовался 8-канальный электроэнцефалограф «Нейрон-Спектр-1» производства ООО «Нейрософт» (Россия, Иваново) с программным обеспечением «Нейрон-Спектр» (2006).

Запись фоновой ЭЭГ проводилась в затемнённом комфортном помещении в спокойной обстановке, способствующей релаксации. Перед процедурой обследуемому подробно объяснялась суть исследования, после чего отводилось 5-10 минут на адаптацию и релаксацию. Во время регистрации ЭЭГ обследуемый находился в положении сидя, в комфортном кресле, с закрытыми глазами.

Для отведения биоэлектрических потенциалов использовался монополярный (униполярный) способ регистрации, согласно которому разность потенциалов различных точек головного мозга регистрируется по отношению к одному общему (референтному) электроду. Референтные электроды крепились на мочках ушей. На запястья прикреплялись электроды заземления. Затем над основными долями коры головного мозга (лобные, теменные, затылочные, центральные, височные) устанавливались накожные активные электроды мостикового типа (по одному над каждым отделом) – билатерально, симметрично относительно срединной сагиттальной линии головы, на одинаковом расстоянии друг от друга. Электроды закреплялись на голове с помощью шапочки из резиновых жгутов. Далее в течение 1 минуты снималась фоновая ЭЭГ.

Затем с помощью программного обеспечения «Нейрон-Спектр» проводился компьютерный анализ полученных данных. Для анализа использовались ЭЭГ-ритмы, характеризующие активность головного мозга: альфа-, бета- (высоко- и низкочастотный), тета- и дельта-ритмы. Мощность спектральных составляющих электроэнцефалограммы анализировали в следующих частотных диапазонах: для альфа<sub>1</sub> – 7,5-10 Гц, для альфа<sub>2</sub> – 10,5-12,5 Гц, для бета<sub>1</sub> – 13-18 Гц, бета<sub>2</sub> – 18,5-30 Гц, для гамма – 30-600 Гц (уточнить).

Первоначально проводилась автоматическая расстановка эпох анализа. Далее с помощью быстрого преобразования Фурье проводился частотно-спектральный анализ полученных эпох. При этом для каждого отведения оценивались значения следующих параметров ритма: средняя амплитуда спектра ( $A_{ср}$ , мкВ/с), доминирующая частота спектра ( $f_{дом.}$ , Гц), индекс ритма для каждого частотного диапазона (%), который представляет собой отношение полной мощности спектра в данном частотном диапазоне к полной мощности спектра в данном отведении. Результаты проведённого анализа представлялись в виде таблиц.

### **2.3.6. Исследование особенностей микроциркуляции в сосудах кожи**

Для оценки состояния тканевой микроциркуляции использовался метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

Данная методика основана на оптическом зондировании тканей лазерным излучением с последующим анализом частотного спектра сигнала, отражённого от движущихся эритроцитов (Лёвин В.П. с соавт., 2015; Бархатов И.В., 2013; Humeau A., Steenbergen W. et al., 2007).

В нашей работе использовался компьютеризированный лазерный анализатор микроциркуляции крови ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Москва) с одним излучателем. Прибор состоит из аппаратной части и соответствующего программного обеспечения.

В доплеровский лазерный флоуметр встроен лазерный диод, излучающий монохроматический пучок света малой интенсивности, который проходит по гибкому световодному кабелю (зонду) и через наконечник датчика освещает исследуемую ткань. Также в зонд встроены два приёмных световода. Диаметр поперечного сечения зонда – 0,3 см. Торцы световодов в дистальном конце зонда располагаются в вершинах равностороннего треугольника.

Перед началом процедуры блок анализатора включали в сеть и оставляли на 30 минут для стабилизации режима работы прибора. Далее производилась

калибровка анализатора – световодный зонд устанавливали на диск из фторопласта для проверки нулевого показания. При необходимости проводилась установка нуля. Далее через отверстие горизонтальном плече штатива пропускали световодный зонд и вставляли его в металлическую насадку, закреплённую с помощью лейкопластыря на ладонной поверхности дистальной фаланги 2-го пальца левой кисти обследуемого, ниже уровня сердца. Данная зона богата вегетативными и сенсорными нервными волокнами, поэтому хорошо подходит для исследования нейрогенной регуляции сосудов. При этом зонд располагался строго перпендикулярно поверхности тела.

Далее в течение 5 минут регистрировалась ЛДФ-грамма, которая затем сохранялась в базе данных в личной папке обследуемого.

Обследование проводилось в помещении с постоянной температурой воздуха 20-22°C. Участник находился в положении сидя. Перед началом процедуры отводилось 15 минут на релаксацию.

Производилась запись ЛДФ-граммы, представляющей собой графическое изображение изменений перфузии.

Далее оценивались параметры базального кровотока. При этом первоначально с помощью программного обеспечения автоматически вычислялись средние значения перфузии ( $M$  – постоянная составляющая перфузии), затем оценивались осцилляции кровотока ( $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение амплитуды колебаний перфузии от среднего арифметического значения,  $K_v$  – коэффициент вариации). Также проводился анализ параметров амплитудно-частотного спектра (АЧС) гемодинамических ритмов колебаний тканевого кровотока. Значения частот и амплитуд колебаний представлялись в виде таблиц.

Таким образом, для анализа общего состояния микроциркуляции использовались следующие параметры базального кровотока:

- 1)  $M$  – постоянная составляющая перфузии. Измеряется в перфузионных единицах (пф. ед.). Представляет собой среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции (ПМ), то есть среднюю перфузию (преимущественно

эритроцитарной фракции) единицы объёма ткани за единицу времени. Увеличение или снижение перфузии характеризуется соответствующими изменениями значения  $M$ . Данный показатель подсчитывается автоматически по формуле:

$$M = N_{эр.} \times V_{ср}, \text{ где}$$

$N_{эр.}$  – количество эритроцитов в зондируемом объёме,

$V_{ср}$  – средняя скорость эритроцитов;

2)  $\sigma$  («флакс»,  $flax$ ), пф. ед. – среднеквадратичное отклонение (СКО) амплитуды колебаний кровотока (колебаний перфузии) от среднего арифметического значения. Является показателем вариабельности микроциркуляции, отражает статистически значимые колебания скорости эритроцитов (уровень флакса). Связан с изменением скорости потока эритроцитов во времени и концентрации эритроцитов (что зависит от изменения просвета сосудов и регулируется эндотелиальными, нейрогенными и миогенными механизмами), и отражает среднюю модуляцию кровотока во всех частотных диапазонах. Чем выше данный параметр, тем лучше функционируют механизмы регуляции тонуса сосудов системы микроциркуляции;

3)  $K_v$  – коэффициент вариации показателей микроциркуляции. Вычисляется по формуле:

$$K_v = \sigma / M \times 100\%;$$

чем выше  $\sigma$ , тем выше значение  $K_v$ , и, соответственно, состояние микроциркуляции. Чем выше коэффициент вариации, тем лучше выражена вазомоторная активность микрососудов (Неймарк А.И., Раздорская М.В., 2013).

На следующем этапе нами оценивались амплитудно-частотные характеристики следующих частотных диапазонов:

1) сверхнизкочастотных колебаний (VLF,  $\alpha$  (2..3)), с амплитудой дыхательных и парадыхательных колебаний 2-3 в минуту;

2) низкочастотных колебаний (LF (4..12)), обусловленных вазомоциями, с амплитудой дыхательных и парадыхательных колебаний 4-12 в минуту;

3) высокочастотных колебаний ( $HF_1$  (13..30),  $HF_2$  (31..49)), обусловленных периодическими изменениями давления в венозном отделе русла при дыхании; с амплитудой дыхательных и парадыхательных колебаний 13-30 и 31-49 в минуту;

4) пульсовых колебаний ( $CF_1$  (50..99),  $CF_2$  (100..180)), синхронизированных с сердечным ритмом, с колебаниями 50-99 и 100-180 в минуту (Козлов В.И., 2012).

VLF- и LF-колебания характеризуют активные механизмы модуляции кровотока, HF и CF – пассивные.

При спектральном анализе ЛДФ-граммы каждая ритмическая компонента характеризуется двумя параметрами: частотой (F) и амплитудой (A).

Таким образом, при анализе АЧС оценивались следующие параметры:

1)  $F_{max}$  – частоты, которым соответствуют максимальные амплитуды колебаний в указанных диапазонах частот;

2)  $A_{max}$  – максимальная амплитуда волн, возникающих в силу ритмической активности клеток эндотелия (амплитуды колебаний с соответствующими индексами диапазонов частот);

3)  $A_{max}/3s*100\%$  – показатель нейрогенной активности колебаний сосудистой стенки. Увеличивается при повышении периферического сопротивления в артериолах. Данный показатель в LF-диапазоне указывает на процентный вклад активного механизма регуляции микроциркуляции, в HF-диапазоне – характеризует пассивный механизм, CF отражает вклад сердечных сокращений в микроциркуляторную гемодинамику;

4)  $A_{max}/M*100\%$  – данный показатель характеризует внутрисосудистое сопротивление.  $A_{max}$  – максимальная амплитуда, M – среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции;

5)  $A_{maxCF_1}/A_{maxLF}$  – соотношение максимальной амплитуды кардиоритмов и низкочастотных колебаний;

6)  $A_{\max HF_1} / A_{\max LF}$  – соотношение максимальной амплитуды высокочастотных колебаний (дыхательных ритмов) и максимальной амплитуды колебаний в диапазоне низких частот;

7) ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ), индекс флаксмоций. Определяет соотношение механизмов активной и пассивной модуляции тканевого кровотока. Вычисляется по формуле:

$$\text{ИЭМ} = A_{\max LF} / (A_{\max HF} + A_{\max CF}), \text{ где}$$

$A_{\max}$  – максимальная амплитуда;

LF – низкочастотные колебания кровотока;

HF – высокочастотные колебания кровотока;

CF – пульсовые волны.

Средние показатели от  $1,07 \pm 0,28$  до  $2,04 \pm 0,48$ , в зависимости от вида ЛДФ-граммы. ИЭМ уменьшается при снижении механизмов активной модуляции (например, в результате спазма приносящих артериол), а также при повышении механизмов пассивной модуляции, обусловленных застоем крови в венозном русле, изменениями скорости движения эритроцитов в микрососудах;

8) нейрогенный тонус (НТ), определяется по формуле:

$$\text{НТ} = (\sigma * P_{\text{ср}}) / (A_{\text{н}} * M), \text{ где}$$

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение амплитуды колебаний кровотока от среднего арифметического значения;

$P_{\text{ср}}$  – среднее артериальное давление,

$A_{\text{н}}$  – наибольшее значение амплитуды колебаний перфузии в нейрогенном диапазоне;

$M$  – среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции;

9) миогенный тонус (МТ), рассчитывается по формуле:

$$\text{МТ} = (\sigma * P_{\text{ср}}) / (A_{\text{м}} * M), \text{ где}$$

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение амплитуды колебаний кровотока от среднего арифметического значения;

$P_{\text{ср}}$  – среднее артериальное давление;

$A_m$  – наибольшее значение амплитуды колебаний перфузии в миогенном диапазоне;

$M$  – среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции;

10) ПШ – показатель шунтирования крови, вычисляется по формуле:

$$\text{ПШ} = \text{MT/HT} = (A_{\text{max}}/3s * 100\% \text{ н}) / (A_{\text{max}}/3s * 100\% \text{ м}) = A_n/A_m, \text{ где}$$

$A_n$  – наибольшее значение амплитуды колебаний перфузии в нейрогенном диапазоне;

$A_m$  – наибольшее значение амплитуды колебаний перфузии в миогенном диапазоне (Лёвин В.П. с соавт., 2015; Козлов В.И. с соавт., 2012; Крупаткин А.И., 2012; Сидоров В.В., 2000).

Полученные данные были представлены в виде таблиц.

### **2.3.7. Оценка эффективности операторской деятельности**

На базе теории сенсомоторной интеграции зрительной системы (Анохин П.К., 1977; Бойко Е.И., 1964; Бовин В.Г., 1981; Батуев А.С., 1983; Гурфинкель В.С., 1995) в среде Turbo Pascal v. 7.0 разработана оригинальная компьютерная программа «Smile» v. 1.3 (1992; Borland International, Inc), с помощью которой проводилась оценка эффективности операций сенсомоторного слежения.

При прохождении тестирования курсор-мишень размером в одно знако-место с определённой степенью случайности появлялся в разных участках экрана. Задача обследуемого – успеть «поймать» мишень указателем манипулятора – «мыши» до того, как мишень снова исчезнет и появится в другом, случайном месте.

Тестирование проводится в 3 периода, длительностью по 3 минуты каждый. Таким образом, общая продолжительность теста составляла 9 минут.

С каждым следующим периодом возрастала его сложность – увеличивалась скорость движения и возрастала степень случайности появления мишени в разных участках экрана.

Задержка в движении мишени в I периоде составляла 200 мс, во II периоде – 100 мс, в III периоде – 50 мс. Степень случайности появления мишени в разных участках экрана в I периоде – 100 у. е., во II периоде – 1000 у. е, в III периоде – 10000 у. е.

Таким образом, чем выше была скорость сенсомоторной реакции обследуемого, тем лучше оказывался результат тестирования, что соответствовало более высокой эффективности операторской деятельности.

На результате прохождения теста оказывали влияние скорость и правильность наведения курсора на мишень, количество верных «попаданий». При этом автоматически подсчитывалось среднее значение расстояния от мишени до курсора-манипулятора (в миллиметрах). Таким образом, чем меньше итоговый результат теста, тем выше эффективность операций слежения.

Тестирование проводилось в обычных условиях (в отсутствии дополнительных эмоциогенных факторов), а также в осложнённых условиях (после действия дополнительных эмоциогенных факторов). В качестве нагрузочного теста, призванного смоделировать условную стрессовую ситуацию, нами использовалась зеркальная координометрия. Несмотря на свою простоту и доступность данный метод позволяет значительно повысить уровень нервно-психического напряжения испытуемого, что особенно важно для тестирования профессиональных навыков у лиц операторских профессий. Таким образом, зеркальная координометрия представляет собой удачную модель эмоциогенной нагрузки, что позволяет использовать её в качестве стандартного стрессогенного воздействия (Клаучек С.В., 1980).

Прибор для проведения зеркальной координометрии включает в себя металлическую плату с прорезанной в ней «дорожкой-лабиринтом». Обследуемому предлагалось при помощи металлического щупа пройти лабиринт, не касаясь его краёв. Малейшее прикосновение щупа к стенкам лабиринта сопровождалось резким раздражающим сигналом. Таким образом, во время теста обследуемый находился в постоянном ожидании стрессового воздействия. Первона-

начально каждому участнику предоставлялась возможность «потренироваться» в прохождении лабиринта. После этого плата с дорожкой прикрывалась, и обследуемому предлагалось пройти лабиринт заново, но уже используя его зеркальное отражение. Таким образом, задание значительно усложнялось, так как в условиях инверсии выработанного стереотипа действия количество ошибок резко возрастало, раздражающий сигнал звучал чаще, а стрессогенное воздействие увеличивалось.

Далее сравнивались результаты прохождения теста сенсомоторного слежения до и после стрессового воздействия. Отмечалось наличие или отсутствие статистически значимых различий в эффективности операторской деятельности сенсомоторного профиля в обычных и осложнённых условиях, то есть в стрессовых ситуациях, которые являются частыми спутниками профессиональной деятельности оператора, особенно при работе на потенциально опасных объектах.

Тестирование проводилось в звукоизолированном помещении. Перед испытанием обследуемому объяснялась суть методики сенсомоторного слежения. После этого предоставлялась возможность 10-минутной тренировки. Затем предлагалось перейти к основной части оценки операторских способностей. В течение 9-ти минут проводилось тестирование в обычных условиях. Далее обследуемому объяснялись правила проведения зеркальной координометрии. После прохождения одного цикла лабиринта испытуемому предлагалось повторно пройти компьютерное тестирование на операции слежения.

#### **2.4. Организация (дизайн) исследования**

Оценка влияния индивидуально-типологических особенностей хронофизиологии операторов, а также уровня эмоционального и психометрического интеллекта на эффективность профессиональной деятельности актуально с точки зрения дальнейшего практического использования полученных результатов. Это позволит оптимизировать критерии профотбора лиц для операторских

профессий. В связи с этим для достижения поставленной цели нами был выбран дизайн когортного исследования (рис. 1.2).

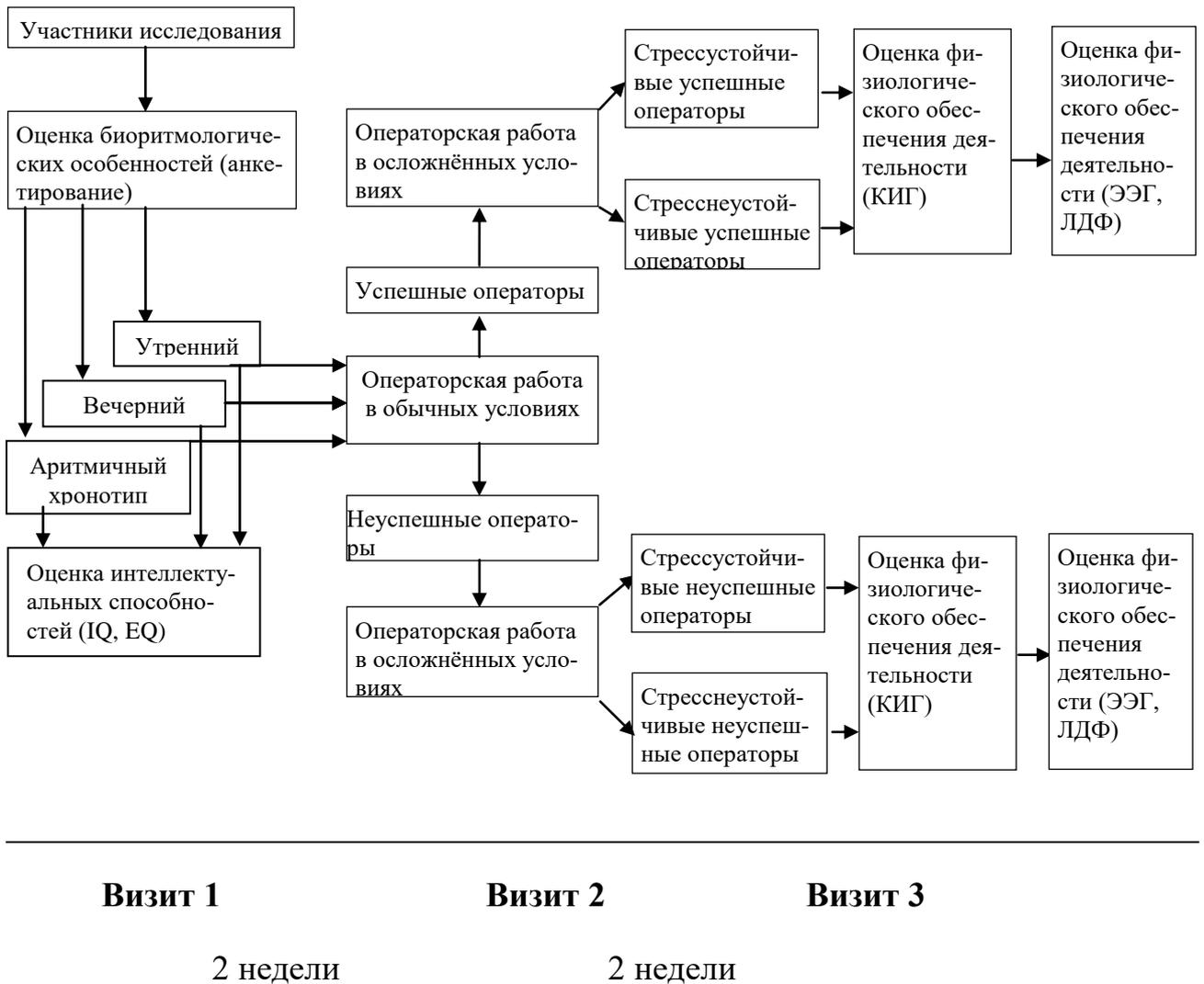


Рисунок 1.2 – Дизайн исследования

На первом этапе с помощью анкетирования нами определялись индивидуальные биоритмологические особенности профессиональных операторов, а также лиц с начальными навыками операторской деятельности с последующим выделением групп утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов. Далее для трёх хронотипов нами проводилась оценка интеллектуальных способностей (уровня и структуры эмоционального и психометрического интеллекта).

На следующем этапе для всех хронотипов у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами проводился анализ эффективности оператор-

ской деятельности (по данным компьютерного теста сенсомоторного слежения) в обычных условиях с выделением групп успешных и неуспешных операторов. Далее для обеих групп оценивалась эффективность операторской деятельности в осложнённых условиях (с предварительным проведением зеркальной координетрии в качестве модели эмоциогенного воздействия) с последующим выделением подгрупп стрессустойчивых и стресснеустойчивых операторов.

Далее для трёх групп хронотипов нами исследовались индивидуально-типологические физиологические особенности лиц, обладающих начальными навыками операторской деятельности (по данным КИГ, ЭЭГ, ЛДФ).

Перед началом исследования участникам рассказывалась суть и содержание исследования, смысл проводимых методик. Тем самым снималось психоэмоциональное напряжение, а также формировалась мотивация и заинтересованность в оптимальном результате.

Присутствие наблюдателя, безусловно, оказывает определённое влияние на результаты исследования, что оценивается как состояние умеренного стресса, сопровождающего деятельность современных операторов.

Чтобы избежать переутомления обследуемых, используемые методики были распределены по 3 визитам, с интервалом в 2 недели между визитами (табл. 2.8). Продолжительность каждого визита – 1-1,5 часа.

**Визит 1.** В форме информированного согласия участникам предоставлялась информация о целях и задачах данного исследования, а также об используемых методиках.

На все возникающие вопросы незамедлительно давались развёрнутые ответы и пояснения. Предоставленная информация также была продублирована в печатном виде в форме раздаточного материала. Поэтому у участников была возможность вникнуть в спокойной обстановке в суть исследования.

Также испытуемых информировали о квалификации всех специалистов, проводивших исследование, конфиденциальности и праве в любой момент покинуть исследование. После этого участники и исследователь ставили подпись

на установленной форме информированного согласия, тем самым подтверждая своё согласие на участие в исследовании.

Далее фиксировались данные каждого участника исследования – фамилия, имя, отчество, пол, возраст. Для студентов дополнительно указывался факультет, курс, группа.

Таблица 2.8 – Распределение методик по визитам

№	Методики исследования	Визит 1	Визит 2	Визит 3
1.	Информированное согласие	+	-	-
2.	Демографические данные	+	-	-
3.	Проверка критериев включения	+	-	-
4.	Определение принадлежности к тому или иному хромотипу (анкетирование)	+	-	-
5.	Оценка уровня эмоционального интеллекта (EQ-тест)	+	-	-
6.	Оценка уровня психометрического интеллекта (IQ-тест)	+	-	-
7.	Определение результативности моделируемой операторской деятельности (операции сенсомоторного слежения) в условиях относительного покоя	-	+	-
8.	Определение результативности моделируемой операторской деятельности в условиях действия эмоциогенной нагрузки	-	+	-
9.	Оценка вегетативного статуса и реагирования (КИГ)	-	+	-
10.	Оценка биоэлектрической активности головного мозга (ЭЭГ)	-	-	+
11.	Оценка микроциркуляции крови в сосудах кожи (ЛДФ)	-	-	+
12.	Завершение исследования	-	-	+

На следующем этапе осуществлялась проверка соответствия участника критериям включения.

Критерии включения участников в исследование:

1) в исследование включались профессиональные операторы, а также лица, владеющие начальными навыками операторской деятельности;

- 2) возраст (18-45 лет включительно на момент первого визита);
- 3) состояние относительного здоровья (на момент 1-го визита);
- 4) готовность приходить в назначенное время и принимать участие в указанных методиках.

Далее во время 1-го визита проводилось анкетирование участников для определения принадлежности к тому или иному хронотипу.

Затем после 20-минутного перерыва проводился тест на определение индивидуального уровня и структуры эмоционального интеллекта. После следующего 20-минутного перерыва проводился тест на определение типологических особенностей психометрического интеллекта.

По результатам проведённых тестов участнику озвучивались результаты тестирования с последующей краткой интерпретацией полученных результатов и рекомендациями по повышению общего уровня, а также отдельных сфер эмоционального и психометрического интеллекта.

**Визит 2.** Во время следующего визита проводилось исследование эффективности операторской деятельности участников (с использованием компьютерной модели операций сенсомоторного слежения), а также кардиоинтервалография.

Первоначально участнику объяснялась суть методики сенсомоторного слежения, а также предлагалось в течение 10 минут потренироваться в выполнении задания. Далее в условиях относительного покоя в положении сидя участник последовательно проходил 3 периода компьютерного тестирования.

Затем после 15-минутного перерыва проводился тест на эффективность выполнения операций сенсомоторного слежения в осложнённых условиях. Для этого участнику в качестве стрессогенной нагрузки предлагалось пройти тест зеркальной координометрии в условиях инверсии выработанного двигательного стереотипа («прохождение» с помощью металлического щупа лабиринта, отражённого в зеркале, с возникновением резкого раздражающего сигнала при малейшем касании щупа краёв лабиринта).

После индуцированного зеркальной координометрией эмоционального стресса участник в течение 9 минут вновь последовательно проходил 3 периода сенсомоторного слежения.

Затем после 20-минутного перерыва каждому испытуемому проводили кардиоинтервалографию.

**Визит 3.** Во время третьего визита первоначально в условиях относительного покоя проводилась электроэнцефалография, а на следующем этапе – лазерная доплеровская флоуметрия.

На любом этапе исследования участник мог быть исключён из исследования. Критерии исключения:

- 1) неявка участника
- 2) отказ от участия на любом этапе исследования.

## **2.5. Этапы статистического анализа результатов исследования**

Для статистической обработки полученных результатов, первоначально данные для каждого обследуемого, полученные на каждом этапе исследования, заносились в ПК с формированием картотеки в виде таблиц в формате Excel.

Дальнейший анализ полученных данных проводился с использованием методов описательной статистики.

Для выявления типологических особенностей представителей разных хронотипов (интеллектуальные способности, физиологические особенности, эффективность операторской деятельности), проведён статистический анализ данных в следующем порядке:

- проверка нормальности распределения выборок (по критерию Шапиро-Франка при  $n < 50$  и по критерию Колмогорова-Смирнова при  $n > 50$ ) (Марапов Д. И., Закиров И. К. с соавт., 2013);

- вычисление среднего арифметического ( $M$ ) и стандартной ошибки ( $m$ ) для выборок с нормальным распределением; вычисление медианы ( $Me$ )

и межквартильного интервала для выборок, распределение которых отличалось от нормального;

- выявление статистически значимых различий исследуемых показателей для выборок с эмпирическим распределением, приблизительно соответствующем нормальному проводилось с помощью одностороннего дисперсионного анализа (H-критерий Краскела-Уоллиса). Для выборок с распределением, которое отличалось от нормального, сравнение проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

- корреляционный анализ зависимости показателей эмоционального и психометрического интеллекта, эффективности операторской деятельности, КИГ, ЭЭГ, ЛДФ от хронотипа проводился с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена (поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках) (Бартов А.Д., Зотов А.И., 2016). Корреляционная связь (сила коэффициента корреляции) считалась слабой положительной при  $r_s < 0,3$ ; умеренной положительной при  $0,3 < r_s < 0,7$ ; сильной положительной при  $0,7 < r_s < 1,00$ . При положительных значениях коэффициента Спирмена имеет место прямая связь, при отрицательных – обратная. При коэффициенте корреляции, равном 0, переменные не связаны между собой. Если величина коэффициента корреляции оказывалась равна 1, то показатели считались полностью взаимосвязанными.

### **ГЛАВА 3. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ХРОНОТИПОВ**

В настоящее время автоматизированные системы управления являются неотъемлемой частью разнородных сфер деятельности человека. В связи с этим профессия оператора имеет повсеместное распространение. В частности, весьма востребованными являются специальности авиадиспетчера, оператора промышленных объектов, оператора «срочных служб» и т. д.

Как известно, для операторских профессий, как правило, характерен посменный график работы. Зачастую используются вынужденные ночные и круглосуточные дежурства, так как большинство предприятий и служб, использующих операторский труд, работают круглосуточно.

Существуют данные о том, что большинство техногенных катастроф, а также аварий на производстве, в авиации, судоходстве происходят в ночное время, а также в ранние предутренние часы. Например, авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) произошла 26.04.1986 в 1:23 (Россинская С.В., 2011). Авария на АЭС Три-Майл-Айленд (США, штат Пенсильвания) случилась 28.03.1979 около 4 часов утра (Машин В.А., 2017; Walker S.J., 2004; Osif B.A. et al., 2004). Одна из крупнейших на сегодняшний день техногенных катастроф произошла в Бхопале (Индия) в ночь с 2 на 3 декабря 1984 года в с 00:30 до 2:00 (Цветкова Н.Н., 2014; Акимова Т.А., 2009). Взрыв на нефтяной платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе (США), ставший причиной колоссальной экологической катастрофы (разлив 5 миллионов баррелей нефти) – 20.04.2010 в 21:49 по местному времени (Lehner P., Deans B.,

2010). Большинство крупных аварий в судоходстве и авиации также часто происходят в ночное время. Столкновение пассажирского парохода «Адмирал Нахимов» с сухогрузом «Пётр Васев» (423 погибших) произошло 31 августа 1986 года в 23:12 (Коптюх Н.А., 2005; Чапкис Д.Т., 1995). Последствия этих аварий очень тяжелы, а во многом – непоправимы.

Безусловно, причины таких происшествий не исчерпываются только ошибочными действиями человека-оператора. Как правило, в результате расследования обнаруживается множество факторов, которые привели к трагедии. В частности, существенную роль в этом играют изношенность и несовершенство оборудования, недостаточный учёт внешних факторов, пренебрежение к мерам безопасности и т. д. (Костенецкий М.И., 2016). Однако когда происходит катастрофа, часто именно человек-оператор остаётся один на один с колоссальной угрозой. От правильности решений профессионала может зависеть очень многое – от жизней сотрудников до состояния целой экосистемы (Zoriy P. et al., 2016). В основе ошибочных действий оператора часто лежит переутомление, сонливость, монотония, которые снижают уровень внимания и концентрации, а также влияют на скорость принятия решений (Широков А.В. с соавт., 2017; Фролов М.В., Милованова Г.Б., 2006).

В связи с этим, особенно остро стоит вопрос о работоспособности оператора в ночное время и ранние предутренние часы. Наиболее простым выходом была бы отмена ночных и суточных дежурств. Однако большинство производств невозможно остановить на ночь (АЭС, экстренные службы, предприятия и т. д.). С другой стороны, недостаток кадров вынуждает навязывать работникам суточные дежурства. Поэтому рациональным выходом является качественный профотбор будущих операторов, способных эффективно работать в условиях монотонии, напряжённого внимания и посменного графика работы. При этом одним из пунктов профотбора должно стать определение хронотипа, поскольку, как известно, так называемые «совы» считаются наиболее адаптированными к ночному труду, а «жаворонки» и

«аритмики» – к работе в утреннее и дневное время (Чибисов С.М., 2013; Putilov A.A., 2017). Кроме того, определение хронотипа актуально также и для профессиональных операторов, так как выявленные индивидуально-типологические особенности могут быть использованы для обоснованной коррекции графика работы.

### **3.1. Хронофизиологические особенности участников исследования**

*Анализ результатов теста Остберга-Степановой у профессиональных операторов*

По результатам теста Остберга-Степановой обследованные были разделены на три группы: с утренним хронотипом (77 баллов и выше), аритмичным (58-76 баллов) и вечерним (57 баллов и ниже).

Представители вечернего хронотипа составили 6 человек или 15,0 % от общего количества участников исследования. Данная группа оказалась самой малочисленной. К утреннему хронотипу были отнесены 9 человек или 22,5 % обследованных. Наиболее многочисленными оказались операторы с аритмичным хронотипом – 25 человека или 62,5 % от общего числа обследованных.

В результате проверки нормальности распределения выборок (здесь и далее – по критерию Шапиро-Франсиса при  $n < 50$  и по критерию Колмогорова-Смирнова при  $n > 50$ ) оказалось, что для утреннего хронотипа  $p = 0,19$ , для вечернего –  $p = 0,08$ , для аритмичного –  $p = 0,41$  (Марапов Д. И., Закиров И. К. с соавт., 2013). Поскольку во всех выборках  $p > 0,05$ , нами был сделан вывод о приблизительном соответствии эмпирического распределения нормальному. В связи с этим сравнение указанных выборок проводилось с помощью t-критерия Стьюдента для несвязанных совокупностей.

В табл. 3.1 представлены результаты сравнения групп с разным хронотипом среди профессиональных операторов.

Из табл. 3.1 следует, что среднее значение итогового результата теста Остберга-Степановой среди обследованных оказалось наименьшим в группе

вечернего хронотипа –  $51,3 \pm 2,86$  балла (95 % доверительный интервал для среднего 43,9-58,7), средним в группе аритмичного хронотипа –  $68,4 \pm 5,00$  балла (95 % доверительный интервал для среднего 66,3-70,5) и наибольшим в группе утреннего хронотипа –  $84,3 \pm 2,21$  балла (95 % доверительный интервал для среднего 79,2-89,4). При этом результат теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа оказался достоверно выше, чем в группе вечернего хронотипа ( $t_{\text{эмп.}}=9,3$ ; для  $p \leq 0,01$   $t_{\text{кр.}}=3,01$ ). В группе вечернего хронотипа результат теста Остберга-Степановой был достоверно выше, чем в группе аритмичного хронотипа ( $t_{\text{эмп.}}=7,0$ ; для  $p \leq 0,01$   $t_{\text{кр.}}=2,76$ ). Кроме того, результат теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хронотипа оказался достоверно выше, чем в группе утреннего хронотипа ( $t_{\text{эмп.}}=7,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $t_{\text{кр.}}=2,74$ ). Таким образом, наблюдаемые различия итогового результата теста Остберга-Степановой среди обследованных с разным хронотипом оказались статистически значимыми ( $p \leq 0,01$ ).

Таблица 3.1 – Хронофизиологические особенности обследованных операторов (t-критерий Стьюдента для несвязанных совокупностей)

Показатели теста Остберга	Утренний хронотип (n=9) $M \pm \sigma$	Вечерний хронотип (n=6) $M \pm \sigma$	Аритмичный хронотип (n=25) $M \pm \sigma$
Итоговый результат теста, баллы	<b><math>84,3 \pm 2,21^*</math></b>	<b><math>51,3 \pm 2,86^{**}</math></b>	<b><math>68,4 \pm 5,00^{***}</math></b>

\* Статистически значимые различия с вечерним хронотипом ( $p \leq 0,01$ ).

\*\* Статистически значимые различия с аритмичным хронотипом ( $p \leq 0,01$ ).

\*\*\* Статистически значимые различия с утренним хронотипом ( $p \leq 0,01$ ).

Полученные результаты подтверждают справедливость выделения трёх групп участников исследования в зависимости от хронотипа. Последующий анализ проводился на основе данной классификации.

*Анализ результатов теста Остберга-Степановой у лиц с начальными навыками операторской деятельности*

При проверке нормальности распределения оказалось, что в выборках, соответствующих утреннему и аритмичному хронотипам,  $p > 0,05$ . Поэтому нами был сделан вывод о приблизительном соответствии эмпирического распределения нормальному. В выборке вечернего хронотипа  $p < 0,05$ , что свидетельствует об отличии распределения от нормального. В связи с этим сравнение указанных выборок проводилось с помощью одностороннего дисперсионного анализа (Н-критерий Краскела-Уоллиса).

В табл. 3.2 представлены результаты сравнения групп с разным хронотипом среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 3.2 – Хронофизиологические особенности лиц с начальными навыками операторской деятельности (односторонний дисперсионный анализ)

Показатели теста Остберга	Утренний хронотип (n=9) Me	Вечерний хронотип (n=38) Me	Аритмичный хронотип (n=74) Me
Итоговый результат теста, баллы	<b>85,3*</b>	<b>49,1*</b>	<b>67,9*</b>

\* Статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ).

Из табл. 3.2 следует, что итоговый результат теста Остберга-Степановой среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности оказался наименьшим в группе вечернего хронотипа – 49,1 балла (межквартильный размах 46-54 балла), средним в группе аритмичного хронотипа – 67,9 балла (межквартильный размах 64-72 балла) и наибольшим в группе утреннего хронотипа – 85,3 балла (межквартильный размах 83-90 баллов). Наблюдаемые различия итогового результата теста Остберга-Степановой среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности с разным хронотипом оказались статистически значимыми ( $p = -1,58 \cdot 10^{17}$ ).

Таким образом, при обследовании профессиональных операторов итоговый результат теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа на 39,15 % достоверно выше, чем в группе вечернего хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). В группе же вечернего хронотипа соответствующий результат оказался на 25 % достоверно ниже, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Итоговый результат теста Остберга-Степановой у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе утреннего хронотипа на 42,44 % достоверно выше, чем в группе вечернего хронотипа ( $p \leq 0,05$ ). В группе же вечернего хронотипа соответствующий результат оказался на 27,69 % достоверно ниже, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,05$ ).

По результатам теста Остберга-Степановой среди профессиональных операторов, наибольшее количество составили представители аритмичного хронотипа – 62,5 %. В группе утреннего хронотипа оказалось 22,5 % обследованных, а самой малочисленной стала группа вечернего хронотипа – 15 % от общего числа обследованных.

В то же время в группе лиц с начальными навыками операторской деятельности, наиболее многочисленной оказалась группа аритмичного хронотипа – 61,16 % от общего числа обследованных. Представители вечернего хронотипа составили 31,40 %, а наименьшее количество обследованных было отнесено к утреннему хронотипу – 7,44 %.

Итак, анализ результатов теста Остберга-Степановой показал, что 62,5 % профессиональных операторов имеют аритмичный хронотип. При этом представители утреннего хронотипа составили 22,5 %, а представители вечернего хронотипа – 15 % от общего числа операторов. Среди лиц с начальными навыками операторской деятельности самым распространённым также оказался аритмичный хронотип – 61,16 %. Представители вечернего хронотипа составили 31,40 %, а самой малочисленной оказалась группа утреннего хронотипа – 7,44 %. При этом, согласно литературным данным, частота встречаемости трёх

основных хронотипов следующая: 60 % – аритмичный хронотип, 20 % – утренний и 20 % – вечерний (Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., 2012).

Полученное нами соотношение обследованных можно объяснить тем, что аритмичный хронотип является наиболее распространённым во всей человеческой популяции, как наиболее универсальный и физиологичный. Именно поэтому он встречается наиболее часто, что соответствует литературным данным. По степени представленности других хронотипов профессиональные операторы значительно отличаются от остальных обследованных. В частности, утренний хронотип представлен 22,5 % операторов и 7,44 % лиц с начальными навыками операторской деятельности, в то время как для вечернего хронотипа данное соотношение совсем иное – 15 % операторов и 31,4 % лиц с начальными навыками операторской деятельности.

Как известно, студенты предпочитают «полуночный» образ жизни не только в связи с необходимостью выполнять большие объёмы домашних заданий, но и в результате тотального увлечения компьютерными играми и общением в социальных сетях. Возможно, именно поэтому вечерний хронотип встречается среди лиц с начальными навыками операторской деятельности в 2 раза чаще, чем в группе профессиональных операторов, представленной в основном зрелыми работающими людьми. По той же причине представителей утреннего хронотипа среди операторов в 3 раза больше, чем в группе лиц с начальными навыками операторской деятельности.

### **3.2. Оценка эффективности операторской деятельности при различном хронотипе**

На следующем этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам операторской деятельности в обычных условиях среди лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

В табл. 3.3 представлены результаты сравнения результативности эффективности сенсомоторного слежения в группах обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 3.3 – Особенности операций слежения в обычных условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Результаты операторской деятельности по периодам слежения (рассогласование)	Утренний хронотип (n=9) Me	Вечерний хронотип (n=38) Me	Аритмичный хронотип (n=74) Me
1-й период, мм	1,56	<b>0,83*</b>	<b>1,94</b>
2-й период, мм	2,94	<b>1,45*</b>	<b>2,72</b>
3-й период, мм	6,72	<b>5,86*</b>	<b>7,40</b>
Среднее значение по трём периодам, мм	4,87	<b>3,84*</b>	<b>5,18</b>

\* Статистически значимые различия с группой аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Из табл. 3.3 следует, что эффективность сенсомоторного слежения (по среднему значению в трёх периодах) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 3,84 мм, межквартильный размах 3,49-4,77 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 5,18 мм, межквартильный размах 4,22-5,92 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=554,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=776$ ).

Кроме того, эффективность сенсомоторного слежения (по 1-му периоду) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 0,83 мм, межквартильный размах 0,42-1,52 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 1,94 мм, межквартильный размах 0,97-3,44 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения начальной

степени сложности между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{эмп.}=554,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{кр.}=776$ ).

Эффективность сенсомоторного слежения (по 2-му периоду) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 1,45 мм, межквартильный размах 0,96-2,38 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 2,72 мм, межквартильный размах 1,82-4,26 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения средней степени сложности между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{эмп.}=571,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{кр.}=776$ ).

Вместе с тем эффективность сенсомоторного слежения (по 3-му периоду) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 5,86 мм, межквартильный размах 5,50-6,91 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 7,40 мм, межквартильный размах 6,27-8,68 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения высокой степени сложности между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{эмп.}=510,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{кр.}=776$ ).

На следующем этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам операторской деятельности в осложнённых условиях.

В табл. 3.4 представлены результаты сравнения результативности эффективности сенсомоторного слежения в группах обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 3.4 следует, что эффективность сенсомоторного слежения (по среднему значению в трёх периодах) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 3,62 мм, межквартильный размах 3,15-4,77 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 4,87 мм, межквартильный размах 3,92-5,98 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{эмп.}=583$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{кр.}=776$ ).

Таблица 3.4 – Особенности операций слежения в осложнённых условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Результаты операторской деятельности по периодам слежения (рассогласование)	Утренний хронотип (n=9) Me	Вечерний хронотип (n=38) Me	Аритмичный хронотип (n=74) Me
1-й период, мм	2,26	<b>0,68*</b>	<b>1,43</b>
2-й период, мм	2,35	<b>1,23*</b>	<b>2,94</b>
3-й период, мм	7,41	<b>5,77*</b>	<b>6,92</b>
Среднее значение по 3-м периодам, мм	5,00	<b>3,62*</b>	<b>4,87</b>

\* Статистически значимые различия с группой аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Кроме того, эффективность сенсомоторного слежения (по 1-му периоду) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 0,68 мм, межквартильный размах 0,28-1,27 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 1,43 мм, межквартильный размах 0,53-2,92 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения начальной степени сложности между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=621,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=776$ ).

Эффективность сенсомоторного слежения (по 2-му периоду) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 1,23 мм, межквартильный размах 0,84-2,42 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 2,94 мм, межквартильный размах 1,62-3,94 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения средней степени сложности между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=587,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=776$ ).

Вместе с тем эффективность сенсомоторного слежения (по 3-му периоду) в группе вечернего хронотипа (рассогласование 5,77 мм, межквартильный размах 5,21-6,87 мм) оказалась достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа (рассогласование 6,92 мм, межквартильный размах 5,92-8,45 мм). Наблюдаемые различия эффективности сенсомоторного слежения высокой

степени сложности между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=546$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=776$ ).

Таким образом, группа вечернего хронотипа по результатам сенсомоторного слежения показала более высокую эффективность выполнения операторской деятельности по сравнению с группой аритмичного хронотипа, как в обычных, так и в осложнённых условиях.

Итак, по результатам теста на операторскую деятельность в обычных условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности, эффективность сенсомоторного слежения по среднему значению в трёх периодах в группе вечернего хронотипа оказалась на 25,87 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). При этом на простых заданиях эффективность слежения в группе вечернего хронотипа была на 57,22 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). На заданиях средней сложности эффективность слежения в группе вечернего хронотипа оказалась на 46,69 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). В то же время на заданиях высокой сложности эффективность слежения в группе вечернего хронотипа оказалась на 20,81 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

По результатам теста на операторскую деятельность в осложнённых условиях среди лиц с начальными навыками операторской деятельности, эффективность сенсомоторного слежения по среднему значению в трёх периодах в группе вечернего хронотипа оказалась на 25,67 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). При этом на простых заданиях эффективность слежения в группе вечернего хронотипа оказалась на 52,45 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). На заданиях средней сложности эффективность слежения в группе вечернего хронотипа была на 58,16 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). В то же время на сложных заданиях эффективность слежения в группе

вечернего хронотипа оказалась на 16,62 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Таким образом, потенциальные кандидаты на операторские профессии из группы вечернего хронотипа показали достоверно более высокую эффективность сенсомоторного слежения в сравнении с группой аритмичного хронотипа как в обычных, так и осложнённых условиях. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что представители вечернего хронотипа являются наиболее предпочтительными кандидатами при профотборе лиц на операторские профессии сенсомоторного профиля, поскольку они способны максимально быстро и точно выполнять свою профессиональную деятельность как в обычных условиях, так и в стрессогенной обстановке.

### **3.3. Взаимосвязь показателей операторской деятельности с результатом теста на определение хронотипа**

Для анализа зависимости показателей операторской деятельности от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Данный метод статистического анализа был выбран, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках (Бартов А.Д., Зотов А.И., 2016).

По результатам корреляционного анализа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена) не было выявлено достоверных взаимосвязей между показателями операторской деятельности в обычных условиях и результатами теста Остберга-Степановой во всех хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности. По всей видимости, это объясняется тем, что в подавляющем большинстве случаев реальная операторская деятельность осуществляется в стрессогенных условиях, в том числе при жесточайшем дефиците времени и высокой степени личной ответственности за результат. Именно поэтому

хронотип оператора, являясь его важнейшим профессионально важным качеством, не обнаруживает взаимосвязи с количественными и качественными показателями результативности операторской деятельности.

На следующем этапе исследования по результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между показателями операторской деятельности в осложнённых условиях и результатами теста Остберга-Степановой в различных хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В табл. 3.5 представлены результаты анализа корреляции показателей эффективности сенсомоторного слежения в группе утреннего хронотипа среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности и итогового результата теста Остберга.

Таблица 3.6 – Взаимосвязь показателей операторской деятельности в осложнённых условиях и результата теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Показатели слежения	Результаты операторской деятельности по периодам слежения (рассогласование), Ме, мм	Итоговый результат теста Остберга, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
1-й период	2,26	85,3	-0,113
2-й период	2,35	85,3	0,288
3-й период	7,41	85,3	<b>0,771*</b>
Среднее значение по 3-м периодам	5,00	85,3	0,538

\* Статистически значимые различия при  $p \leq 0,05$  (критическое значение  $r_s=0,68$ ).

Из табл. 3.6 следует, что эффективность сенсомоторного слежения (по 3-му периоду) в группе утреннего хронотипа имеет прямую корреляционную взаимосвязь высокой тесноты с результатом теста Остберга-Степановой ( $r_s=0,771$ ).

По результатам корреляционного анализа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена) не выявлено достоверных взаимосвязей между показателями операторской деятельности в осложнённых условиях и результатами теста Остберга-Степановой в группе вечернего хронотипа.

В табл. 3.7 представлены результаты анализа корреляции показателей эффективности сенсомоторного слежения в группе аритмичного хронотипа среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности и итогового результата теста Остберга.

Таблица 3.7 – Взаимосвязь показателей операторской деятельности в осложнённых условиях и результата теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Показатели слежения	Результаты операторской деятельности по периодам слежения (рассогласование), Me, мм	Итоговый результат теста Остберга, Me, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
1-й период	1,43	67,9	0,173
2-й период	2,94	67,9	<b>0,285*</b>
3-й период	6,92	67,9	0,188
Среднее значение по трём периодам	4,87	67,9	0,350

\* Статистически значимые различия при  $p \leq 0,05$  (критическое значение  $r_s=0,23$ ).

Из табл. 3.6 следует, что эффективность сенсомоторного слежения (по 2-му периоду) в группе аритмичного хронотипа имеет прямую корреляционную взаимосвязь слабой тесноты с результатом теста Остберга-Степановой ( $r_s=0,285$ ).

Таким образом, по результатам корреляционного анализа у группы утреннего хронотипа с начальными навыками операторской деятельности выявлена прямая корреляционная связь высокой тесноты между показателем эффективности теста на сенсомоторное слежение в осложнённых условиях на за-

даниях высокой сложности и итоговым результатом теста Остберга-Степановой ( $r_s=0,771$ ).

Кроме того, в группе аритмичного хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлена прямая корреляционная связь слабой тесноты между показателем эффективности теста на сенсомоторное слежение в осложнённых условиях на заданиях средней сложности и итоговым результатом теста Остберга-Степановой ( $r_s=0,285$ ).

Следовательно, обнаруженные прямые корреляционные взаимосвязи между результатами теста на сенсомоторное слежение в осложнённых условиях и итоговым результатом теста Остберга-Степановой у лиц с начальными навыками операторской деятельности (на заданиях высокой сложности в группе утреннего хронотипа и на заданиях средней сложности в группе аритмичного хронотипа) доказывают зависимость эффективности операторской деятельности в осложнённых условиях от хронотипа.

Таким образом, наибольшее влияние хронотипа на эффективность операторской деятельности в осложнённых условиях у лиц с начальными навыками в данной области прослеживается в группе утреннего хронотипа ( $r_s=0,771$ ). Обнаруженная здесь прямая корреляционная связь высокой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и эффективностью сенсомоторного слежения в осложнённых условиях на заданиях высокой сложности указывает на то, что принадлежность к утреннему хронотипу значительно повышает способность выполнять сложные операторские задачи, требующие быстрой реакции, в стрессовых ситуациях. При этом принадлежность к аритмичному хронотипу оказывает минимальное положительное влияние на эффективность сенсомоторного слежения в осложнённых условиях на заданиях средней сложности.

Исследование типологических особенностей операторской деятельности при различных хронотипах показало, что среди профессиональных операторов наиболее часто встречаются представители аритмичного хронотипа (62,5 %).

При этом представители утреннего хронотипа составили 22,5 %, а вечернего – 15 % от общего количества операторов.

В группе лиц с начальными навыками операторской деятельности наиболее распространённым также является аритмичный хронотип – 61,16 % от общего числа обследованных. Реже встречается вечерний хронотип – 31,40 %, а самой малочисленной оказалась группа утреннего хронотипа – 7,44 %.

По результатам теста на сенсомоторное слежение в различных условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлено, что представители вечернего хронотипа показывают достоверно более высокие результаты. Это позволяет рекомендовать представителей данного хронотипа как наиболее предпочтительных кандидатов на операторские профессии, способных максимально быстро и точно выполнять свою профессиональную деятельность, как в обычных условиях, так и в стрессогенной обстановке.

Наибольшее влияние хронотипа на эффективность операторской деятельности в осложнённых условиях обнаруживается у лиц с утренним хронотипом и начальными навыками в данной области ( $r_s=0,771$ ). Прямая корреляционная связь высокой тесноты между результатом теста на хронотип и эффективностью слежения в осложнённых условиях на заданиях высокой сложности указывает на преимущество утреннего хронотипа при выполнении сложных операторских задач, требующих быстрой реакции, в стрессовых ситуациях. Принадлежность к аритмичному хронотипу при этом оказывает минимальное положительное влияние на эффективность сенсомоторного слежения в осложнённых условиях на заданиях средней сложности.

Таким образом, использование хронотипологической классификации операторов для оценки и прогнозирования эффективности их профессиональной деятельности в обычных и осложнённых условиях представляется целесообразным. Это позволяет рекомендовать тест Остберга-Степановой для определения хронотипа уже на этапе профотбора лиц на операторские профессии с целью выявления наиболее перспективных кандидатов.

## **ГЛАВА 4. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА У ОПЕРАТОРОВ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ**

Операторские профессии на сегодняшний день являются одним из самых востребованных и в то же время сложных видов профессиональной деятельности с высоким уровнем ответственности за последствия принимаемых решений. Безусловно, это предполагает повышенные требования к уровню интеллекта человека-оператора.

В результате регулярного воздействия психологических и информационных перегрузок, сопровождающих ежедневный операторский труд у представителей операторских профессий развивается состояние психологического и информационного стресса (Величко С.В., 2006). Особую трудность создаёт необходимость быстро находить верные решения во внештатных ситуациях. В данном контексте концепция эмоционального интеллекта обретает особое значение, поскольку управление эмоциональными состояниями, в том числе способность контролировать эмоции и заменять нежелательные эмоциональные реакции эффективными действиями во внештатных ситуациях, является одним из важнейших качеств профессионального оператора. В связи с этим эмоциональный интеллект рассматривается в настоящее время как важный аспект успешной профессиональной деятельности (Bar-On R., 2006; Андреева И.Н., 2006; Симбирцева Н.В., 2008; Рыжов Д.М., 2012; Гоулман Д., 2013).

Таким образом, эмоциональный интеллект может быть использован в качестве одного из критериев для профессионального отбора лиц на операторские профессии.

#### **4.1. Типологические особенности эмоционального интеллекта у операторов с разным хронотипом**

*Анализ особенностей эмоционального интеллекта у профессиональных операторов*

На данном этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам эмоционального интеллекта у профессиональных операторов.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Обнаруженные отличия общего уровня эмоционального интеллекта и параметров его структуры оказались статистически недостоверными.

Таким образом, по результатам исследования общего уровня и структуры эмоционального интеллекта в группе профессиональных операторов статистически значимых различий между группами утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов не выявлено.

*Анализ особенностей эмоционального интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности*

На данном этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам эмоционального интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

В табл. 4.1 представлены результаты сравнения показателей эмоционального интеллекта в группах обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 4.1 – Особенности эмоционального интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Параметры эмоционального интеллекта	Утренний хронотип (n=9) Me	Вечерний хронотип (n=38) Me	Аритмичный хронотип (n=74) Me
Внутренний интеллект, баллы	35,0	41,0	38,0
Социальный интеллект, баллы	<b>36,0*</b>	<b>40,0</b>	39,0
Экзистенциальный интеллект, баллы	<b>36,0</b>	39,5	<b>40,0**</b>
Общий EQ, баллы	<b>108,0*</b>	<b>118,0</b>	<b>117,0**</b>

\* Статистически значимые различия с группой вечернего хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

\*\* Статистически значимые различия с группой утреннего хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Из табл. 4.1 следует, что общий уровень эмоционального интеллекта в группе вечернего хронотипа (118 баллов, межквартильный размах 110,0-129,5 баллов) оказался достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (108 баллов, межквартильный размах 102-109 баллов). Наблюдаемые различия общего эмоционального интеллекта между группами утреннего и вечернего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=75$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=84$ ).

Кроме того, уровень общего эмоционального интеллекта в группе аритмичного хронотипа (117 баллов, межквартильный размах 111-124 баллов) оказался достоверно больше, чем в группе утреннего хронотипа (108 баллов, межквартильный размах 102-109 баллов). Наблюдаемые различия общего уровня эмоционального интеллекта между группами аритмичного и утреннего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=96$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=131$ ).

Уровень социального интеллекта в группе вечернего хронотипа (40 баллов, межквартильный размах 37,25-43,75 баллов) оказался достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (36 баллов, межквартильный размах 35-38 баллов). Наблюдаемые различия уровня социального интеллекта между группами утреннего и вечернего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=74$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=84$ ).

Вместе с тем уровень экзистенциального интеллекта в группе аритмичного хронотипа (40 баллов, межквартильный размах 38-43 баллов) оказался достоверно больше, чем в группе утреннего хронотипа (36 баллов, межквартильный размах 35-39 баллов). Наблюдаемые различия уровня экзистенциального интеллекта между группами аритмичного и утреннего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=100,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{\text{кр.}}=138$ ).

Таким образом, по результатам исследования уровня общего эмоционального интеллекта, а также его структуры у лиц с начальными навыками операторской деятельности показано, что для представителей вечернего хронотипа характерен самый высокий уровень общего эмоционального интеллекта – на 8,4 % достоверно выше, чем в группе аритмичного хронотипа. В свою очередь, у представителей аритмичного хронотипа данный показатель оказался на 7,69 % достоверно выше, чем в группе утреннего хронотипа.

При этом уровень социального интеллекта в группе вечернего хронотипа на 10 % достоверно выше, чем в группе утреннего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

Кроме того, уровень экзистенциального интеллекта в группе аритмичного хронотипа на 10 % достоверно выше, чем в группе утреннего хронотипа среди лиц с начальными навыками операторской деятельности.

Таким образом, в группе лиц с начальными навыками операторской деятельности у представителей вечернего хронотипа выявлен самый высокий уровень общего эмоционального интеллекта, а самый низкий – у представителей утреннего хронотипа. При этом высокий уровень EQ даёт определённые преимущества в плане способности приспосабливаться к текущей обстановке и умения владеть собой во время внештатных ситуаций.

Кроме того, в группе вечернего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности оказался самый высокий уровень социального интеллекта, который характеризует коммуникативные способности человека, а

также умение вызывать доверие, эффективно взаимодействовать с окружающими и работать в команде.

Вместе с тем у представителей аритмичного хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлен самый высокий уровень экзистенциального интеллекта. Данный параметр EQ позволяет человеку понимать и осознавать свои потребности, чувства и эмоции, делает его менее уязвимым для стресса, а также позволяет импровизировать и находить неожиданные и нестандартные выходы из сложных ситуаций, которые часто сопровождают операторскую деятельность.

#### **4.2. Взаимосвязь параметров эмоционального интеллекта с результатом теста на определение хронотипа**

*Взаимосвязь эмоционального интеллекта с результатами теста на определение хронотипа у профессиональных операторов*

Для анализа зависимости показателей эмоционального интеллекта от хронотипа у профессиональных операторов нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Данный метод статистического анализа был выбран, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

По результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между показателями эмоционального интеллекта и результатами теста Остберга в различных хронотипах у профессиональных операторов.

Обнаруженные корреляции для утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов не достигают уровня статистической значимости ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, по результатам корреляционного анализа в группе профессиональных операторов не выявлено статистически значимых взаимосвязей между хронотипом и параметрами эмоционального интеллекта.

*Взаимосвязь эмоционального интеллекта с результатами теста на определение хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности*

Для анализа зависимости показателей эмоционального интеллекта от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Данный метод статистического анализа был выбран, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

По результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между показателями эмоционального интеллекта и результатами теста Остберга в различных хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

Обнаруженные корреляции для утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов не достигают уровня статистической значимости ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, по результатам корреляционного анализа у лиц с начальными навыками операторской деятельности не выявлено статистически значимых взаимосвязей между хронотипом и параметрами эмоционального интеллекта.

#### **4.3. Типологические особенности психометрического интеллекта у операторов с разным хронотипом**

*Анализ особенностей психометрического интеллекта у профессиональных операторов*

На данном этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам психометрического интеллекта у профессиональных операторов.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Обнаруженные отличия групп утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически недостоверными ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, между хронотипологическими группами профессиональных операторов статистически значимых различий по параметрам IQ не обнаружено. Следовательно, профессиональные операторы утреннего, вечернего и артимичного хронотипов не имеют достоверных различий по уровню развития общего психометрического интеллекта, а также параметров его структуры – логического, математического и вербального интеллекта.

#### *Анализ особенностей психометрического интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности*

На данном этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам психометрического интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

В табл. 4.2 представлены результаты сравнения показателей психометрического интеллекта в группах обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 4.2 следует, что общий уровень психометрического интеллекта в группе вечернего хронотипа (32 балла, межквартильный размах 28-37 баллов) оказался достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (28 баллов, межквартильный размах 25-29 баллов). Наблюдаемые различия общего психо-

метрического интеллекта между группами утреннего и вечернего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{эмп.}=80,5$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{кр.}=84$ ).

Таблица 4.2 – Особенности психометрического интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Параметры психометрического интеллекта	Утренний хронотип (n=9) Me	Вечерний хронотип (n=38) Me	Аритмичный хронотип (n=74) Me
Логический интеллект, баллы	<b>10*</b>	<b>11</b>	10
Вербальный интеллект, баллы	11	13	13
Математический интеллект, баллы	7	8	7
Общий IQ, баллы	<b>28*</b>	<b>32</b>	31

\* Статистически значимые различия с группой вечернего хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Кроме того, уровень логического интеллекта в группе вечернего хронотипа (11 баллов, межквартильный размах 9,25-13 баллов) оказался достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (10 баллов, межквартильный размах 7-12 баллов). Наблюдаемые различия общего логического интеллекта между группами утреннего и вечернего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{эмп.}=0$ ; для  $p \leq 0,01$   $U_{кр.}=84$ ).

Таким образом, по результатам исследования уровня и структуры психометрического интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлено, что общий уровень IQ у представителей вечернего хронотипа на 12,5 % достоверно выше, чем у представителей утреннего хронотипа. Вместе с тем у лиц с начальными навыками операторской деятельности, уровень логического интеллекта в группе вечернего хронотипа оказался на 9,1 % достоверно выше, чем в группе утреннего хронотипа.

Следовательно, у лиц с начальными навыками операторской деятельности, относящихся к вечернему хронотипу, выявлен самый высокий общий уро-

вень психометрического и логического интеллекта. При этом уровень психометрического интеллекта отражает общий уровень интеллектуального развития, а его высокий уровень является важнейшей составляющей успешной операторской деятельности. Вместе с тем логический интеллект, отражающий способность логически мыслить, позволяет оператору расставлять приоритеты, планировать свою деятельность и разрабатывать стратегии, выявлять причинно-следственные взаимосвязи между событиями, продумывать план действий и прогнозировать варианты развития событий. Данные качества позволяют находить правильное решение во внетипных ситуациях, что даёт определённые преимущества представителям вечернего хронотипа при профотборе лиц на операторские профессии.

#### **4.4. Взаимосвязь параметров психометрического интеллекта с результатом теста на определение хронотипа**

*Взаимосвязь психометрического интеллекта с результатами теста на определение хронотипа у профессиональных операторов*

Для анализа зависимости показателей психометрического интеллекта от хронотипа у профессиональных операторов нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Данный метод статистического анализа был выбран, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

Нами проводилось выявление корреляционных связей между показателями психометрического интеллекта и результатами теста Остберга в различных хронотипах у профессиональных операторов.

Обнаруженные корреляции в группах утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов не достигали уровня статистической значимости ( $p \leq 0,05$ ).

Следовательно, в группе профессиональных операторов отсутствуют статистически значимые взаимосвязи между хронотипом и параметрами психометрического интеллекта.

*Взаимосвязь психометрического интеллекта с результатами теста на определение хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности*

Для анализа зависимости показателей психометрического интеллекта от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Данный метод статистического анализа был выбран поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

По результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между показателями психометрического интеллекта и результатами теста Остберга в различных хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

Обнаруженные корреляции в группах утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов не достигали уровня статистической значимости ( $p \leq 0,05$ ).

Следовательно, у лиц с начальными навыками операторской деятельности отсутствуют статистически значимые взаимосвязи между хронотипом и параметрами психометрического интеллекта.

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности наличие вечернего хронотипа сопровождается высоким уровнем адаптации к внештатным ситуациям, умением сохранять выдержку и самообладание, способностью действовать максимально эффективно даже во внештатных ситуациях, работать в команде, вызывать доверие, легко адаптироваться в коллективе и эффективно взаимодействовать с коллегами. Перечисленные качества делают

представителей вечернего хронотипа наиболее эффективными операторами практически в любой сфере, поскольку они способны качественно работать во внештатных ситуациях. Способность быстро принимать верные решения, от которых зависит состояние производства, жизнь и здоровье людей, а иногда и состояние целой экосистемы, является ключевым профессионально важным качеством современного оператора.

Вместе с тем у лиц с начальными навыками операторской деятельности и аритмичным хронотипом выявлен самый высокий уровень экзистенциального интеллекта, позволяющий индивиду осознавать и понимать свои чувства и эмоции, что делает его менее уязвимым для стресса, а также импровизировать и находить нестандартные выходы из сложных ситуаций, которые часто встречаются в операторской деятельности.

Кроме того, у лиц с начальными навыками операторской деятельности и вечерним хронотипом выявлен самый высокий общий уровень психометрического интеллекта, а также одной из его сфер – логического интеллекта. Это характеризует представителей вечернего хронотипа как наиболее интеллектуально развитых и способных эффективно решать профессиональные задачи и находить верные решения во внештатных ситуациях.

Таким образом, по результатам исследования особенностей эмоционального и психометрического интеллекта, наиболее предпочтительными кандидатами при профотборе лиц на операторские профессии оказались представители вечернего хронотипа. Высокое развитие интеллекта, стрессоустойчивость, способность эффективно осуществлять профессиональную деятельность в любом коллективе, как в рутинной практике, так и во время внештатных ситуаций, позволяют данным операторам эффективно осуществлять профессиональную деятельность. Кроме того, в ряде случаев лица, принадлежащие к аритмичному хронотипу, могут иметь преимущество перед операторами других хронотипов за счёт способности находить нестандартные решения в сложных ситуациях, сопровождающих операторскую деятельность.

## **ГЛАВА 5. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА И МИКРОГЕМОДИНАМИКИ У ОПЕРАТОРОВ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ**

Как известно, спектральный анализ сердечного ритма позволяет количественно оценить вклад того или иного отдела вегетативной нервной системы в регуляцию сердечного ритма. Это делает возможным оценить функциональное состояние регуляторных систем организма на основе интегрального подхода к системе кровообращения, как индикатору адаптационной деятельности организма (Мартусевич А.К. с соавт., 2012; Perkiomaki J.S. et al., 2005). Диагностическая ценность метода кардиоинтервалографии (КИГ) состоит в том, что он позволяет оценивать изменения параметров вегетативного баланса, уровень стресса и степень напряжения регуляторных систем. По выраженности вегетативного фона возможно прогнозирование психических реакций индивида. На основе анализа вегетативной реактивности оценивается функциональное состояние и устойчивость организма к стрессовым воздействиям при профотборе и определении профпригодности, в том числе и в сфере операторской деятельности (Баевский Р.М., 2002). На основе этого возможна разработка прогностических моделей текущего функционального состояния организма, выраженности его адаптационных ответов и состояния отдельных звеньев регуляторных механизмов.

Кроме того, механизмы вегетативной регуляции участвуют в генезе функциональных состояний и множества заболеваний, поэтому анализ вари-

бельности сердечного ритма может использоваться практически во всех разделах клинической и фундаментальной медицины.

Метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) позволяет неинвазивно оценить состояние регионарной микрогемодинамики на основании анализа параметров микроциркуляции и амплитудно-частотного спектра колебаний перфузии в конкретных частотных диапазонах. При этом оценивается состояние активных (эндотелиальных, миогенных, нейрогенных) и пассивных (дыхательных, кардиальных) механизмов контроля перфузии. Влияние активных и пассивных факторов на кровоток приводит к изменению скорости и концентрации эритроцитов, что в свою очередь вызывает модуляцию перфузии (Крупаткин А.И., 2014). У здоровых людей параметры микроциркуляции и её регуляторных механизмов отличаются высоким уровнем сбалансированности.

Множество хронических заболеваний связаны с нарушениями отдельных звеньев микроциркуляции, в том числе атеросклероз, артериальная гипертензия, венозная недостаточность и другие. В этой связи метод ЛДФ, позволяющий диагностировать расстройства кровотока и нарушение трофики тканей на ранних стадиях до клинических проявлений, весьма информативен (Поленов С.А., 2008). В медицине острых состояний ЛДФ также находит практическое применение для контроля эффективности терапии (в комбустиологии, при холодовых травмах, в ургентной хирургии, в стоматологии при заболеваниях пародонта и т. д.) (Коннов Д.Ю. с соавт., 2017; Крылов К.М. с соавт., 2017; Седов В.М., Смирнов Д.А., 2002).

Лазерная доплеровская флоуметрия является достаточно новым диагностическим методом, реализующим современные диагностические технологии и подходы, и находит применение в различных областях теоретической и практической медицины (Бархатов И.В., 2014).

Таким образом, методы лазерной доплеровской флоуметрии и спектрального анализа variability сердечного ритма, несмотря на относительную простоту использования, доступность, неинвазивность, невысокую себе-

стоимость, дают исчерпывающую информацию о функциональном состоянии организма, позволяя прогнозировать профпригодность и стрессоустойчивость в условиях операторского труда, что позволяет рекомендовать использование данных методик в практике профотбора лиц на операторские профессии.

### **5.1. Типологические особенности вегетативного статуса у операторов с разным хронотипом**

На данном этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам вегетативного статуса.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

В табл. 5.1 представлены результаты сравнения показателей вегетативного статуса в группах обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 5.1 следует, что VLF (Very Low Frequency – сверхнизкочастотная составляющая спектра вариабельности сердечного ритма) в группе аритмичного хронотипа (2279,  $\text{mc}^2$ , межквартильный интервал 1214,5-4234  $\text{mc}^2$ ) оказался достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (1437,  $\text{mc}^2$ , межквартильный интервал 3464-7463  $\text{mc}^2$ ). Наблюдаемые различия VLF между группами аритмичного и утреннего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=165$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=177$ ).

Таким образом, по результатам оценки параметров вегетативного статуса у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлено статистически значимое повышение мощности сверхнизкочастотных колебаний спектра вариабельности сердечного ритма (VLF) у представителей аритмичного хронотипа в сравнении с группой утреннего хронотипа – на 36,95 %. Увеличение мощности сверхнизкочастотных колебаний в общем спектре указывает на то,

что в группе аритмичного хронотипа наибольший вклад в регуляцию сердечной деятельности вносит симпатический отдел вегетативной нервной системы (Баевский Р.М., 2002). Кроме того, известно, что амплитуда VLF-колебаний тесно связана с функциональным состоянием коры головного мозга, сопровождающим психоэмоциональное напряжение. Колебания в данном частотном диапазоне отражают церебральные эрготропные влияния на нижележащие уровни и позволяют судить о функциональном состоянии мозга в норме и психогенной или органической патологии (Хаспекова Н.Б., 1996). На практике это может сопровождаться выраженным психоэмоциональным и функциональным напряжением, а также различными проявлениями неврозов (Машин В.А., 2001).

Таблица 5.1 – Особенности вегетативного статуса у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Параметры вегетативного статуса	Утренний хронотип (n=9) Me	Вечерний хронотип (n=38) Me	Аритмичный хронотип (n=74) Me
TP, мс <sup>2</sup>	4101	6074	8188
VLF, мс <sup>2</sup>	<b>1437</b>	1789	<b>2279*</b>
LF, мс <sup>2</sup>	1318	1451	2326
HF, мс <sup>2</sup>	1875	2294	2849
LF, norm, n. u.	43,20	41,00	44,20
HF, norm, n. u.	56,80	59,00	55,80
LF/HF	0,760	0,695	0,793
%VLF	31,90	28,95	30,10
%LF	34,30	27,10	29,75
%HF	35,60	42,20	38,40
KRS	5,51	5,85	5,65

\* Статистически значимые различия с группой утреннего хронотипа ( $p \leq 0,05$ ).

Следовательно, по результатам спектрального анализа сердечного ритма среди лиц с начальными навыками операторской деятельности у представителей аритмичного хронотипа обнаружено преобладание реакций симпатической

нервной системы. Обнаруженная симпатотония может указывать на низкие приспособительные возможности, являющиеся признаками больших энергозатрат регуляторных систем организма на поддержание гомеостаза. В свою очередь это свидетельствует о более высокой «цене» адаптации к нагрузкам (Кононец И.Е. с соавт., 2018).

Таким образом, при профотборе лиц на операторские профессии наиболее предпочтительными по результатам спектрального анализа сердечного ритма оказались представители утреннего хронотипа, как наиболее стрессоустойчивые.

## **5.2. Типологические особенности регионарной гемодинамики у операторов с разным хронотипом**

На следующем этапе исследования нами проводилась проверка достоверности различий между хронотипами по параметрам регионарной гемодинамики.

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим попарное сравнение указанных выборок проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

В табл. 5.2 представлены результаты сравнения показателей регионарной гемодинамики в группах обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 5.2 следует, что значение M в группе вечернего хронотипа (8,23 пф. ед., межквартильный интервал 5,09-12,01 пф. ед.) оказалось достоверно меньшим, чем в группе аритмичного хронотипа (13,4 пф. ед., межквартильный интервал 6,76-18,63 пф. ед.). Наблюдаемые различия M между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=832,5$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Таблица 5.2 – Особенности регионарной гемодинамики у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Параметры регионарной гемодинамики	Утренний хронотип (n=9) Ме	Вечерний хронотип (n=38) Ме	Аритмичный хронотип (n=74) Ме
М, пф. ед.	13,0	<b>8,23**</b>	<b>13,4</b>
$\sigma$ , пф. ед.	1,61	1,93	1,92
Kv, %	<b>16,03*</b>	<b>23,03**</b>	<b>16,22</b>
Fmax, Гц			
$\alpha$ , Гц	1,80	1,80	1,80
LF, Гц	3,60	3,60	3,60
HF1, Гц	13,20	12,60	12,60
HF2, Гц	31,20	30,60	30,60
CF1, Гц	63,00	63,00	57,60
CF2, Гц	101,40	103,80	102,60
Amax, пф. ед.			
$\alpha$ , пф. ед.	4,22	4,69	4,76
LF, пф. ед.	2,91	3,28	3,65
HF1, пф. ед.	1,25	1,12	1,41
HF2, пф. ед.	0,55	0,55	0,56
CF1, пф. ед.	0,39	0,39	0,43
CF2, пф. ед.	0,20	0,19	0,20
Amax/3s*100%			
$\alpha$ , %	80,34	<b>87,83**</b>	<b>74,86</b>
LF, %	57,20	60,76	60,16
HF1, %	21,19	25,02	24,61
HF2, %	9,83	9,32	10,28
CF1, %	7,04	7,46	7,19
CF2, %	3,45	3,05	3,66

\* Статистически значимые различия с группой вечернего хронотипа ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* Статистически значимые различия с группой аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 5.2 (продолжение) – Особенности регионарной гемодинамики у лиц с начальными навыками операторской деятельности (U-критерий Манна-Уитни)

Параметры регионарной гемодинамики	Утренний хронотип (n=9) Ме	Вечерний хронотип (n=38) Ме	Аритмичный хронотип (n=74) Ме
(Amax/M*100%)			
$\alpha$ , %	<b>42,88*</b>	<b>58,52**</b>	<b>44,67</b>
LF, %	<b>27,01*</b>	<b>41,80**</b>	<b>31,52</b>
HF1, %	<b>12,69*</b>	<b>14,64</b>	12,43
HF2, %	4,46	6,44	5,77
CF1, %	3,36	4,34	3,38
CF2, %	1,54	2,11	1,72
AmaxCF1/AmaxLF, пф. ед.	0,12	0,12	0,13
AmaxHF1/AmaxLF, пф. ед.	0,34	0,42	0,405
ИЭМ, усл. ед.	1,85	1,77	1,80
НТ, отн. ед.	0,41	<b>0,38**</b>	<b>0,45</b>
МТ, отн. ед.	0,58	0,55	0,55
ПШ, отн. ед.	1,40	<b>1,34**</b>	<b>1,24</b>

\* Статистически значимые различия с группой вечернего хронотипа ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* Статистически значимые различия с группой аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,05$ ).

Кроме того, что значение  $K_v$  в группе вечернего хронотипа (23,03 %, межквартильный интервал 12,56-41,09 %) оказалось достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа (16,22 %, межквартильный интервал 9,57-31,27 %). Наблюдаемые различия  $K_v$  между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=807$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Вместе с тем значение  $K_v$  в группе вечернего хронотипа (23,03 %, межквартильный интервал 12,56-41,09 %) оказалось достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (16,03 %, межквартильный интервал 10,68-20,50 %). Наблюдаемые различия  $K_v$  между группами вечернего и утреннего

хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=94$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=100$ ).

Наряду с этим значение  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/3s*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа (87,83 %, межквартильный интервал 70,97-99,02 %) оказалось достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа (74,86 %, межквартильный интервал 64,69-93,92 %). Наблюдаемые различия  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/3s*100\%$ ) между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=821$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Значение  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа (58,52 %, межквартильный интервал 34,28-105,40 %) оказалось достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа (44,67 %, межквартильный интервал 22,81-67,70 %). Наблюдаемые различия  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=789$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Наряду с этим значение  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа (58,52 %, межквартильный интервал 34,28-105,40 %) оказалось достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (42,88 %, межквартильный интервал 27,52-49,54 %). Наблюдаемые различия  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) между группами вечернего и утреннего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=96$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=100$ ).

Значение LF ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа (41,80 %, межквартильный интервал 23,54-59,68 %) оказалось достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа (31,52 %, межквартильный интервал 18,34-52,23 %). Наблюдаемые различия  $\alpha$  ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=799$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Наряду с этим значение LF ( $A_{\text{max}}/M*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа (41,80 %, межквартильный интервал 23,54-59,68 %) оказалось достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (27,01 %, межквартильный интер-

вал 17,91-40,93 %). Наблюдаемые различия LF ( $A_{\max}/M \cdot 100\%$ ) между группами вечернего и утреннего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=89$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=100$ ).

Значение HF1 ( $A_{\max}/M \cdot 100\%$ ) в группе вечернего хронотипа (14,64 %, межквартильный интервал 10,22-30,86 %) оказалось достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа (12,69 %, межквартильный интервал 5,06-13,43 %). Наблюдаемые различия HF1 ( $A_{\max}/M \cdot 100\%$ ) между группами вечернего и утреннего хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=89$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=100$ ).

Значение НТ в группе вечернего хронотипа (0,38 отн. ед., межквартильный интервал 0,34-0,47 отн. ед.) оказалось достоверно меньшим, чем в группе аритмичного хронотипа (0,45 отн. ед., межквартильный интервал 0,36-0,52 отн. ед.). Наблюдаемые различия НТ между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=825$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Значение ПШ в группе вечернего хронотипа (1,34 отн. ед., межквартильный интервал 1,19-1,54 отн. ед.) оказалось достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа (1,24 отн. ед., межквартильный интервал 1,14-1,43 отн. ед.). Наблюдаемые различия ПШ между группами вечернего и аритмичного хронотипов оказались статистически значимыми ( $U_{\text{эмп.}}=828,5$ ; для  $p \leq 0,05$   $U_{\text{кр.}}=836$ ).

Таким образом, значение М в группе вечернего хронотипа среди лиц с начальными навыками операторской деятельности оказалось на 38,58 % меньше, чем в группе аритмичного хронотипа. В ЛДФ показатель М представляет собой среднюю перфузию единицы объёма ткани за единицу времени. Увеличение или уменьшение М характеризует, соответственно, повышение или снижение перфузии (Крупаткин А.И., 2014). Таким образом, в группе аритмичного хронотипа в сравнении с группой вечернего хронотипа, отмечается статистически значимое повышение перфузии тканей в зоне измерения.

Значение  $K_v$  (коэффициент вариации показателей микроциркуляции) в группе вечернего хронотипа оказалось на 29,57 % достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа, и на 30,4 % достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа. Высокий уровень коэффициента вариации свидетельствует о более высокой вариабельности микрокровотока в группе вечернего хронотипа в сравнении с представителями утреннего и аритмичного хронотипов. Увеличение показателя  $K_v$  отражает улучшение состояния микроциркуляции, так как это связано активацией эндотелиальной секреции, нейрогенного и миогенного механизмов контроля при практически не изменяющейся величине  $M$  (Кречина Е.К. с соавт., 2007). Таким образом, чем выше коэффициент вариации, тем лучше выражена вазомоторная активность микрососудов, а следовательно, тем лучше состояние микроциркуляции (Неймарк А.И., Раздорская М.В., 2013).

Наряду с этим значение  $\alpha$  ( $A_{\max}/3s*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа оказалось на 14,77 % достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа. В ЛДФ  $A_{\max}/3s*100\%$  – показатель нейрогенной активности колебаний сосудистой стенки, увеличивается при повышении периферического сопротивления в артериолах. Данный показатель в  $\alpha$ -диапазоне (диапазон сверхнизкочастотных колебаний) характеризует функциональный вклад активного эндотелиального механизма регуляции тонуса сосудов в модуляцию микрокровотока (Бабошина Н.В. с соавт, 2016; Федорович А.А., 2010). Таким образом, для представителей вечернего хронотипа характерно более высокое периферическое сопротивление в артериолах, а также более высокий вклад эндотелиального механизма регуляции тонуса микрососудов в сравнении с представителями аритмичного хронотипа.

Значение  $\alpha$  ( $A_{\max}/M*100\%$ ) в группе вечернего хронотипа оказалось на 23,67 % достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа, и на 26,73 % достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа. Данный показатель характеризует вклад эндотелиального механизма (выраженного

сверхнизкочастотными колебаниями) в регуляцию внутрисосудистого сопротивления.

Значение LF ( $A_{\max}/M \cdot 100\%$ ) в группе вечернего хронотипа оказалось на 24,59 % достоверно большим, чем в группе аритмичного хронотипа, и на 35,38 % достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа. Таким образом, в группе вечернего хронотипа в сравнении с группами аритмичного и утреннего хронотипа наиболее существенный вклад в регуляцию внутрисосудистого сопротивления вносит вазомоторный низкочастотный (LF) ритм, что свидетельствует о значительной модуляции кровотока со стороны сосудистой стенки, реализуемой через её мышечный компонент.

Значение HF1 ( $A_{\max}/M \cdot 100\%$ ) в группе вечернего хронотипа оказалось на 13,32 % достоверно большим, чем в группе утреннего хронотипа, что указывает на значимый вклад дыхательных волн (выраженных высокочастотными колебаниями) в регуляцию внутрисосудистого сопротивления, пассивную активацию микроциркуляции за счёт усиления перепадов давления в венозном русле в результате дыхательных экскурсий.

Значение показателя нейрогенного тонуса прекапиллярных резистивных микрососудов (НТ) в группе вечернего хронотипа оказалось на 15,56 % достоверно меньшим, чем в группе аритмичного хронотипа. Природа нейрогенного тонуса связана с активностью  $\alpha$ -адренорецепторов гладкомышечных клеток. В результате возрастает активность сенсорных нейропептидов вазодилататоров. Последние оказывают пресинаптическое торможение симпатической активности, снижая нейрогенный тонус. Таким образом, снижение НТ отражает понижение симпатических влияний и уменьшение жёсткости сосудистой стенки (Коннов Д.Ю. с соавт., 2017), а также активации путей ненутритивного (шунтового) кровотока (Крупаткин А.И., 2014).

Значение показателя шунтирования (ПШ) в группе вечернего хронотипа оказалось на 7,46 % достоверно большим, чем в группе аритмичного хроноти-

па. Снижение показателя шунтирования в группе аритмичного хронотипа отражает спазм артерио-венулярных шунтов.

Следовательно, по результатам оценки состояния регионарной микрогемодинамики у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа выявлена сравнительно высокая степень кровенаполнения микроциркуляторного русла. Это может указывать как на ослабление артериолярного сосудистого тонуса (что ведёт к увеличению объёма крови в артериолах), так и на явления застоя крови в венулярном звене (что сопровождается повышением концентрации эритроцитов в исследуемом объёме ткани и ростом величины  $M$ , которая пропорциональна числу эритроцитов).

Для представителей вечернего хронотипа характерна высокая вариабельность микрокровотока (что отражает хорошее состояние микроциркуляции), а также значительный вклад эндотелиального механизма в регуляцию внутрисосудистого сопротивления и периферического сопротивления в артериолах. Высокий уровень влияния низкочастотных и сверхнизкочастотных компонентов на регуляцию внутрисосудистого сопротивления в группе вечернего хронотипа свидетельствует об адекватности микрокровотока, хорошей дилатации, отсутствии угнетения вазомоторных регуляторных механизмов. Более выраженная вазомоторная активность микрососудов у лиц из группы вечернего хронотипа свидетельствует о хорошем состоянии микроциркуляции в сравнении с представителями утреннего и аритмичного хронотипов. Также характерен значительный вклад дыхательных волн в регуляцию внутрисосудистого сопротивления и снижение уровня нейрогенного тонуса, что отражает понижение симпатических влияний и уменьшение жесткости сосудистой стенки.

Таким образом, в группе вечернего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлено перераспределение ритмических характеристик в сторону увеличения высокочастотных, низкочастотных и сверхнизкочастотных колебаний, соответственно, отражающих значительный вклад дыхательных, вазомоторных и эндотелиальных компонентов в регуля-

цию микрокровотока. Следовательно, данный тип можно характеризовать высокой сбалансированностью регуляторных механизмов.

Таким образом, по результатам оценки состояния микроциркуляторного русла у лиц с начальными навыками операторской деятельности наиболее предпочтительными кандидатами при отборе лиц на операторские профессии являются представители вечернего хронотипа.

### **5.3. Взаимосвязь показателей операторской деятельности с показателями вегетативного статуса и регионарной гемодинамики**

*Взаимосвязь показателей операторской деятельности с показателями вегетативного статуса*

Для анализа зависимости показателей вегетативного статуса от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Был выбран данный метод статистического анализа, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

По результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между параметрами КРГ и результатами теста Остберга в различных хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В табл. 5.3 представлены результаты анализа корреляции параметров КРГ и итогового результата теста Остберга в группе утреннего хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 5.3 следует, что параметры вегетативного статуса в группе утреннего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи в основном слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом лишь корреляция KRS и результата теста Остберга оказалась статистически

значимой ( $r_s=0,754$ ) при высокой тесноте прямой связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,68$ ).

Таблица 5.3 – Взаимосвязь параметров КРГ и результата теста Остберга в группе утреннего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Параметры вегетативного статуса	Значение показателей КРГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
TP, мс <sup>2</sup>	4101	85,3	-0,529
VLF, мс <sup>2</sup>	1437	85,3	-0,604
LF, мс <sup>2</sup>	1318	85,3	-0,087
HF, мс <sup>2</sup>	1875	85,3	-0,388
LF, norm, n. u.	43,20	85,3	0,500
HF, norm, n. u.	56,80	85,3	-0,483
LF/HF	0,760	85,3	0,538
% VLF	31,90	85,3	-0,054
% LF	34,30	85,3	0,521
% HF	35,60	85,3	-0,446
KRS	5,51	85,3	<b>0,754*</b>

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,68$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе утреннего хронотипа обнаружена прямая корреляционная взаимосвязь высокой тесноты между показателем KRS и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Это доказывает прямую зависимость значения индекса кардиореспираторной синхронизации от суммы баллов в тесте на хронотип. Большее количество набранных баллов в тесте Остберга-Степановой, соответствующее ярко выраженным жаворонкам, сопровождается высоким значением KRS. Кардиореспираторная синхронизация (KRS) представляет собой саногенетический механизм, стабилизирующий деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Чем выше показатель KRS, тем выше уровень автономной регуляции деятельности сердца за счёт участия сегментарных механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма, что свидетельствует о хорошем состоянии неспецифических адаптационных систем (Берлогина С.Ю., Герасимова Л.И., 2011). Следовательно, для «чётко выраженных жаворонков» характерна более высокая способность к адаптации организма в условиях стресса.

В табл. 5.4 представлены результаты анализа корреляции параметров КРГ и итогового результата теста Остберга в группе вечернего хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 5.4 – Взаимосвязь параметров КРГ и результата теста Остберга в группе вечернего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Параметры вегетативного статуса	Значение показателей КРГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
TP, $mc^2$	6074	49,1	-0,052
VLF, $mc^2$	1789	49,1	-0,107
LF, $mc^2$	1451	49,1	0,116
HF, $mc^2$	2294	49,1	0,005
LF, norm, n. u.	41,00	49,1	0,078
HF, norm, n. u.	59,00	49,1	-0,071
LF/HF	0,695	49,1	0,078
% VLF	28,95	49,1	-0,17
% LF	27,10	49,1	<b>0,388*</b>
% HF	42,20	49,1	0,105
KRS	5,85	49,1	-0,045

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Из табл. 5.4 следует, что параметры вегетативного статуса в группе вечернего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом лишь корреляция %LF и результата теста Остберга оказалась статистически значимой ( $r_s = 0,388$ ) при умеренной тесноте прямой связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе вечернего хронотипа обнаружена прямая корреляционная взаимосвязь умеренной тесноты между показателем %LF и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Это доказывает прямую зависимость вклада низкочастотных колебаний в общую мощность спектра от хронотипа. Показатель %LF характеризует вклад в регуляцию симпатического отдела вегетативной нервной системы и вазомоторного центра в процентах от суммарной мощности спектра. Следовательно, чем больше сумма набранных баллов в тесте Остберга-

Степановой (что соответствует слабо выраженному вечернему хронотипу, ближе к аритмикам), тем выше вклад низкочастотного компонента в регуляцию сердечного ритма.

В результате анализа взаимосвязи параметров КРГ и итогового результата теста Остберга в группе аритмичного хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности обнаруженные корреляции не достигли уровня статистической значимости ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, по результатам проведённого корреляционного анализа была доказана зависимость параметров КРГ от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности. При этом наибольшее влияние хронотипа на параметры вегетативного статуса прослеживается в группе утреннего хронотипа ( $r_s = 0,754$ ). Обнаруженная здесь прямая корреляционная связь высокой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и значением KRS доказывают прямую зависимость индекса кардиореспираторной синхронизации от хронотипа.

#### *Взаимосвязь показателей операторской деятельности с показателями микроциркуляции*

Для анализа зависимости показателей микроциркуляции от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Был выбран данный метод статистического анализа, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественного признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

По результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между параметрами ЛДФ и результатами теста Остберга в различных хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В табл. 5.5 представлены результаты анализа корреляции параметров ЛДФ и итогового результата теста Остберга в группе утреннего хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 5.5 – Взаимосвязь параметров ЛДФ и результата теста Остберга в группе утреннего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Параметры регионарной гемодинамики	Значение показателей ЛДФ, Ме	Итоговый результат теста Остберга, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
AmaxCF1/AmaxLF	0,12	85,3	<b>0,683*</b>
AmaxHF1/AmaxLF	0,34	85,3	0,471
ИЭМ, усл. ед.	1,85	85,3	-0,646
НТ, отн. ед.	0,41	85,3	0,433
МТ, отн. ед.	0,58	85,3	0,554
ПШ, отн. ед.	1,40	85,3	0,525

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,68$ ).

Из табл. 5.5 следует, что параметры регионарной гемодинамики в группе утреннего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом лишь корреляция AmaxCF1/AmaxLF и результата теста Остберга оказалась статистически значимой ( $r_s = 0,683$ ) при умеренной тесноте обратной связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,68$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе утреннего хронотипа обнаружена обратная корреляционная взаимосвязь умеренной тесноты между показателем AmaxCF1/AmaxLF и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Это доказывает обратную зависимость соотношения максимальной амплитуды кардиоритмов и низкочастотных колебаний от хронотипа. Следовательно, чем больше сумма баллов в тесте (что соответствует более чётко выраженному утреннему хронотипу), тем ниже показатель AmaxCF1/AmaxLF. Это указывает на то, что для чётко выраженных «жа-

воронков» характерно уменьшение вклада кардиального компенсаторного механизма в продвижение крови по капиллярам.

В табл. 5.6 представлены результаты анализа корреляции параметров ЛДФ и итогового результата теста Остберга в группе вечернего хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 5.6 – Взаимосвязь параметров ЛДФ и результата теста Остберга в группе вечернего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Параметры регионарной гемодинамики	Значение показателей ЛДФ, Ме	Итоговый результат теста Остберга, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
<b>Fmax, Гц</b>			
$\alpha$ , Гц	1,80	49,1	<b>0,447*</b>
LF, Гц	3,60	49,1	<b>0,383*</b>
HF1, Гц	12,60	49,1	0,194
HF2, Гц	30,60	49,1	0,203
CF1, Гц	63,00	49,1	-0,190
CF2, Гц	103,80	49,1	-0,210

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Из табл. 5.6 следует, что параметры регионарной гемодинамики в группе вечернего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом корреляция  $\alpha$  (Fmax) и результата теста Остберга оказалась статистически значимой ( $r_s = 0,447$ ) при умеренной тесноте прямой связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ). Кроме того, корреляция LF (Fmax) и результата теста Остберга также оказалась статистически значимой ( $r_s = 0,383$ ) при умеренной тесноте прямой связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе вечернего хронотипа обнаружены прямые корреляционные взаимосвязи умеренной тесноты между значениями  $\alpha$  (Fmax), а также LF (Fmax) и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Это доказывают прямую за-

висимость частоты низкочастотных и сверхнизкочастотных колебаний от хронотипа. Следовательно, чем больше сумма набранных баллов в тесте Остберга-Степановой (что соответствует слабо выраженному вечернему хронотипу, ближе к аритмичному), тем выше показатели  $\alpha$  (Fmax) и LF (Fmax). Это указывает на то, что для чётко выраженных «жаворонков» характерны более высокие значения частот в вазомоторном и эндотелиальном спектре.

В результате анализа взаимосвязи параметров ЛДФ и итогового результата теста Остберга в группе аритмичного хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности ( $p \leq 0,05$ ).

Следовательно, у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа не выявлено значимых корреляционных взаимосвязей между показателями лазерной доплеровской флоуметрии и результатом теста Остберга-Степановой.

Таким образом, по результатам проведённого корреляционного анализа доказана зависимость показателей микроциркуляции от хронотипа в группе утреннего и вечернего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

Таким образом, по результатам спектрального анализа сердечного ритма у лиц с начальными навыками операторской деятельности и аритмичным хронотипом обнаружено преобладание реакций симпатической нервной системы в сравнении с утренним хронотипом. Это указывает на психоэмоциональное напряжение. Следовательно, при профотборе лиц на операторские профессии наиболее предпочтительными по результатам КИГ являются представители утреннего хронотипа.

По результатам корреляционного анализа доказана зависимость параметров КИГ от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности. Наибольшее влияние хронотипа на параметры вегетативного статуса отмечается в группе утреннего хронотипа ( $r_s = 0,754$ ).

По результатам оценки состояния регионарной микрогемодинамики у лиц с начальными навыками операторской деятельности наиболее предпочтительными кандидатами при отборе лиц на операторские профессии являются представители вечернего хронотипа. Данный хронотип в сравнении с утренним и аритмичным характеризуется большей сбалансированностью регуляторных механизмов.

По результатам проведённого корреляционного анализа у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группах утреннего и вечернего хронотипа была доказана зависимость параметров регионарной микрогемодинамики от хронотипа.

Методы лазерной доплеровской флоуметрии и спектрального анализа variability сердечного ритма помогают оценивать функциональное состояние организма, особенности вегетативного статуса и микрогемодинамики, позволяя прогнозировать профпригодность и стрессоустойчивость в условиях операторского труда. Рекомендуется использование данных методов в практике профотбора лиц на операторские профессии, а также при регулярных профобследованиях в процессе осуществления профессиональной деятельности для определения степени напряжённости регуляторных систем.

## **ГЛАВА 6. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ОПЕРАТОРОВ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ**

Нейрофизиологической основой формирования всего многообразия функциональных рабочих состояний (утомление, монотония, вработывание, оптимальная работоспособность и т. д.) является нейродинамика биоэлектрической активности мозга (Aslanyan E.V., Kirov V.N., 2009). Также существенное влияние на исходные характеристики и изменения функционального состояния работающего человека оказывают его индивидуальные особенности, в частности, пространственно-временная организация ЭЭГ (Свидерская Н.Е., Антонов А.Г., 2008).

На системном уровне формирование функциональных состояний связано с деятельностью регуляторных систем мозга. Поэтому одним из наиболее информативных методов контроля его состояния является метод ЭЭГ (Кирой В.Н. с соавт., 2015).

Высокая индивидуальная вариабельность спектров ЭЭГ может объясняться индивидуальными способностями испытуемых, их когнитивными особенностями, а также различными подходами при решении задач (Мартынова О.В. с соавт., 2016). Кроме того, в электроэнцефалограмме находят отражение не только особенности функционального состояния, но и динамика процессов внимания (Ермаченко Н.С. с соавт., 2011).

Таким образом, оценка параметров биоэлектрической активности головного мозга позволит оценить функциональное состояние представителей

исследуемых хронотипов, выявить эпизоды микросна, повышенный или сниженный уровень умственной активности, а также обнаружить признаки напряжённого внимания и нервно-психического напряжения. Выявленные особенности в свою очередь позволят охарактеризовать хронотипы, наиболее предпочтительные для операторской деятельности.

### **6.1. Оценка биоэлектрической активности головного мозга у операторов с разным хронотипом**

В анализируемых выборках распределение отличалось от нормального. В связи с этим сравнение указанных выборок проводилось с помощью одностороннего дисперсионного анализа (H-критерий Краскела-Уоллиса).

В табл. 6.1 представлены результаты сравнения параметров ЭЭГ (в левых отведениях) у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 6.1 следует, что у обследованных с начальными навыками операторской деятельности амплитуда спектра высокочастотного бета-ритма в левых височных отведениях оказалась наименьшей в группе утреннего хронотипа – 0,3 мкВ/с (межквартильный интервал 0,11-0,33 мкВ/с). В группе вечернего хронотипа данный показатель составил 0,4 мкВ/с (межквартильный интервал 0,25-0,51 мкВ/с) и в группе аритмичного хронотипа – также 0,4 мкВ/с (межквартильный интервал 0,28-0,46 мкВ/с). Наблюдаемые различия амплитуды спектра высокочастотного бета-ритма в левых височных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности с разным хронотипом оказались статистически значимыми ( $p=0,02892$ ) (рис. 6.1).

Таблица 6.1 – Параметры ЭЭГ участников с начальными навыками операторской деятельности (левые отведения; односторонний дисперсионный анализ)

Ритмы ЭЭГ	Отведения ЭЭГ	Параметры ЭЭГ	Утренний хронотип (n=9) Ме	Вечерний хронотип (n=38) Ме	Аритмичный хронотип (n=74) Ме
Бета-ритм (ВЧ)	Лобные	частота, Гц	22,9	23,1	22,9
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,4	0,4	0,3
		индекс ритма, %	3	2	2
	Центральные	частота, Гц	22,3	22,2	22,1
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,4	0,4	0,4
		индекс ритма, %	3	3	3
	Затылочные	частота, Гц	24,1	22,7	22,5
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,4	0,4	0,5
		индекс ритма, %	2	2	3
	Височные	частота, Гц	21,4	23,9	22,4
		амплитуда спектра, мкВ/с	<b>0,3*</b>	<b>0,4*</b>	<b>0,4*</b>
		индекс ритма, %	3	3	3
Тэта-ритм	Лобные	частота, Гц	5,3	5,2	5,3
		амплитуда спектра, мкВ/с	1,2	1,6	1,5
		индекс ритма, %	10	9	9
	Центральные	частота, Гц	5,3	5,4	5,4
		амплитуда спектра, мкВ/с	1,8	1,8	1,7
		индекс ритма, %	<b>21*</b>	<b>15*</b>	<b>15*</b>
	Затылочные	частота, Гц	5,2	6,0	5,5
		амплитуда спектра, мкВ/с	1,5	1,5	1,5
		индекс ритма, %	12	11	10
	Височные	частота, Гц	4,9	5,3	5,4
		амплитуда спектра, мкВ/с	1,1	1,5	1,5
		индекс ритма, %	13	12	14

\* Статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ).

Следовательно, в состоянии спокойного бодрствования у представителей аритмичного и вечернего хронотипов отмечаются признаки повышенной нервно-психической напряжённости. Подобная реакция свидетельствует о постоянном напряжении регуляторных механизмов, сформированных в ответ на стресс и длительную умственную работу операторов.

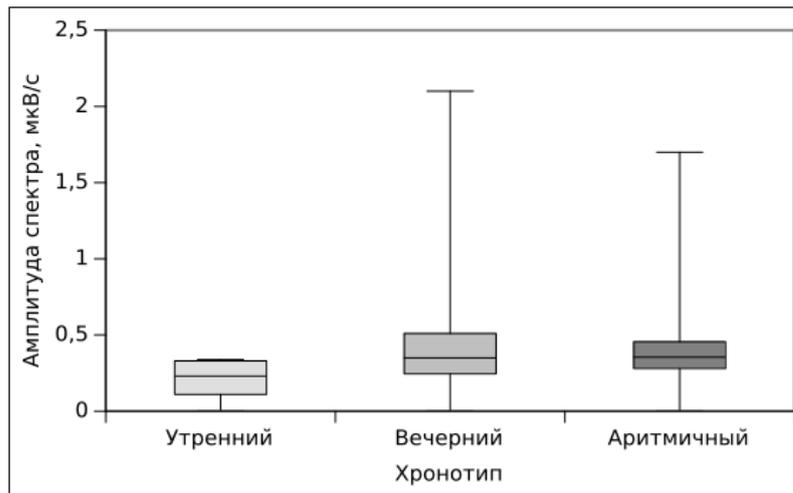


Рисунок 6.1 – Амплитуда спектра высокочастотного бета-ритма в левых височных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Увеличение мощности в бета<sub>2</sub>-диапазоне в теменно-затылочных областях обычно рассматривается как отражение сознательного контроля творческой активности, а именно передачи информации между различными отделами коры и регуляции информационных потоков разных модальностей (Старченко М. Г., 2018).

Кроме того, у обследованных с начальными навыками операторской деятельности индекс тэта-ритма в левых центральных отведениях оказался наибольшим в группе утреннего хронотипа – 21 % (межквартильный интервал 17-25 %). В группе вечернего хронотипа данный показатель составил 15 % (межквартильный размах 12-18 %) и в группе аритмичного хронотипа – также 15 % (межквартильный интервал 12-18 %). Наблюдаемые различия индекса тэта-ритма в левых центральных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности с разным хронотипом оказались статистически значимыми ( $p=0,01023$ ) (рис. 6.2).

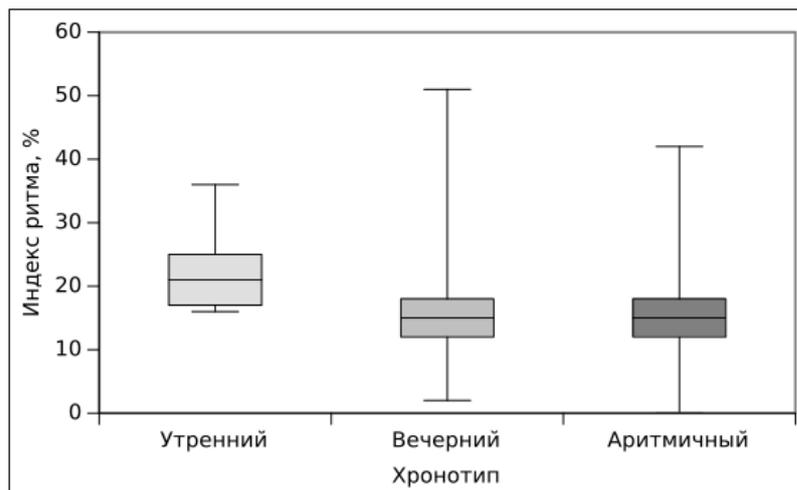


Рисунок 6.2 – Индекс тэта-ритма в левых центральных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Таким образом, в состоянии спокойного бодрствования у представителей утреннего хронотипа отмечаются признаки напряжённого внимания. Обнаруженные особенности свидетельствуют о наличии регуляторных механизмов, сформированных в ответ на необходимость принятия решений при высоком уровне неопределённости.

В табл. 6.2 представлены результаты сравнения параметров ЭЭГ (в правых отведениях) у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 6.2 следует, что у обследованных с начальными навыками операторской деятельности частота низкочастотного бета-ритма в правых затылочных отведениях оказалась наибольшей в группе утреннего хронотипа – 16,6 Гц (межквартильный интервал 15,1-16,8 Гц). В группе вечернего хронотипа данный показатель составил 15,8 Гц (межквартильный интервал 15,2-16,5 Гц) и в группе аритмичного хронотипа – также 15,8 Гц (межквартильный интервал 15,1-16,4 Гц). Наблюдаемые различия частоты низкочастотного бета-ритма в правых затылочных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности с разным хронотипом оказались статистически значимыми ( $p=0,03207$ ) (рис. 6.3).

Таблица 6.2 – Параметры ЭЭГ участников с начальными навыками операторской деятельности (правые отведения; односторонний дисперсионный анализ)

Ритмы ЭЭГ	Отведения ЭЭГ	Показатели ЭЭГ	Утренний хронотип (n=9) Ме	Вечерний хронотип (n=38) Ме	Аритмичный хронотип (n=74) Ме
Бета-ритм (НЧ)	Лобные	частота, Гц	15,7	15,3	15,4
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,5	0,5	0,5
		индекс ритма, %	2	2	2
	Центральные	частота, Гц	16,3	16,0	15,7
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,6	0,7	0,7
		индекс ритма, %	3	3	3
	Затылочные	частота, Гц	<b>16,6*</b>	<b>15,8*</b>	<b>15,8*</b>
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,6	0,8	0,8
		индекс ритма, %	4	3	4
	Височные	частота, Гц	15,9	15,9	15,6
		амплитуда спектра, мкВ/с	0,5	0,6	0,5
		индекс ритма, %	3	2	3
Дельта-ритм	Лобные	частота, Гц	0,8	1,0	1,0
		амплитуда спектра, мкВ/с	<b>3,3*</b>	<b>4,7*</b>	<b>4,3*</b>
		индекс ритма, %	55	61	62
	Центральные	частота, Гц	1,3	1,2	1,1
		амплитуда спектра, мкВ/с	2,7	3,2	3,1
		индекс ритма, %	47	45	49
	Затылочные	частота, Гц	1,3	1,2	1,2
		амплитуда спектра, мкВ/с	2,4	2,9	3,0
		индекс ритма, %	33	31	35
	Височные	частота, Гц	1,3	1,3	1,2
		амплитуда спектра, мкВ/с	2,7	4,0	3,5
		индекс ритма, %	54	56	58

\* Статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ).

Следовательно, в состоянии спокойного бодрствования у представителей утреннего хронотипа отмечаются признаки повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения. Подобная реакция свидетельствует о наличии регуляторных механизмов, сформированных в ответ на интенсивную умственную деятельность операторов, требующую повышенного внимания.

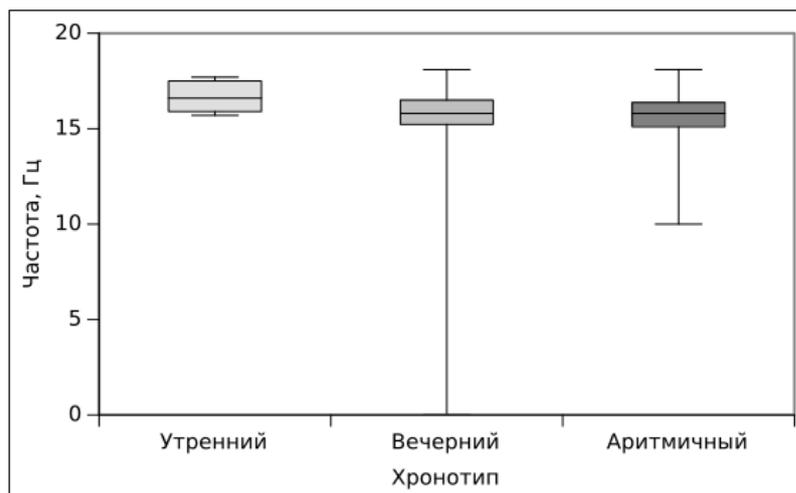


Рисунок 6.3 – Частота низкочастотного бета-ритма в правых затылочных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Кроме того, у обследованных с начальными навыками операторской деятельности амплитуда спектра дельта-ритма в правых лобных отведениях оказалась наименьшей в группе утреннего хронотипа – 3,3 мкВ/с (межквартильный интервал 2,2-4,0 мкВ/с), средним в группе аритмичного хронотипа – 4,3 мкВ/с (межквартильный интервал 3,4-5,4 мкВ/с) и наибольшим в группе вечернего хронотипа – 4,7 мкВ/с (межквартильный интервал 3,4-6,7 мкВ/с). Наблюдаемые различия амплитуды спектра дельта-ритма в правых лобных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности с разным хронотипом оказались статистически значимыми ( $p=0,04218$ ) (рис. 6.4).

Таким образом, в состоянии спокойного бодрствования у представителей аритмичного и вечернего хронотипов отмечаются признаки микросна, что свидетельствует о снижении работоспособности операторов. Традиционно появление на ЭЭГ медленных волн большой амплитуды рассматривается в качестве характерного признака засыпания (Зенков Л.Р., 2018; Украинцева Ю.В., 2017; Петров А.М., Гиниатуллин А.Р., 2012).

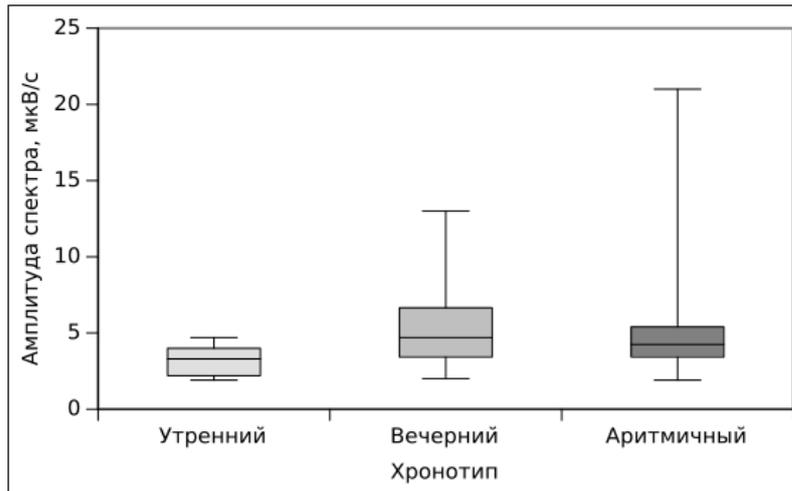


Рисунок 6.4 – Амплитуда спектра дельта-ритма в правых лобных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Таким образом, обнаруженные особенности биоэлектрической активности головного мозга позволяют охарактеризовать утренний хронотип, как наиболее предпочтительный для операторов. В состоянии спокойного бодрствования у представителей данной группы отмечаются признаки напряжённого внимания (преобладание тэта- и низкочастотного бета-ритма), а также эмоционального возбуждения и умственного напряжения (преобладание бета-ритма). Вместе с тем, у представителей аритмичного и вечернего хронотипов на фоне высокой нервно-психической напряжённости (высокочастотный бета-ритм) наблюдаются эпизоды микросна (преобладание дельта-ритма), как реакция на стресс и длительную умственную работу.

## 6.2. Взаимосвязь показателей биоэлектрической активности головного мозга с результатом теста на определение хронотипа

Для анализа зависимости показателей биоэлектрической активности головного мозга от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Был выбран данный метод статистического анализа, поскольку требовалось оценить зависимость одного количественно-

го признака от другого при отсутствии нормального распределения в анализируемых выборках.

По результатам корреляционного анализа нами проводилось выявление взаимосвязей между параметрами ЭЭГ и результатами теста Остберга-Степановой в различных хронотипах у лиц с начальными навыками операторской деятельности.

В табл. 6.3 представлены результаты анализа корреляции параметров ЭЭГ (в левых отведениях) и итогового результата теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 6.3 – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (левые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Бета <sub>1</sub> -ритм (НЧ)	Лобные	частота, Гц	15,4	85,3	0,146
		амплитуда, мкВ	0,5	85,3	-0,546
		индекс, %	2	85,3	-0,217
	Центральные	частота, Гц	16,1	85,3	<b>-0,696*</b>
		амплитуда, мкВ	0,6	85,3	-0,188
		индекс, %	3	85,3	0,504
	Затылочные	частота, Гц	16,4	85,3	0,129
		амплитуда, мкВ	0,6	85,3	-0,017
		индекс, %	2	85,3	-0,054
	Височные	частота, Гц	15,0	85,3	0,463
		амплитуда, мкВ	0,5	85,3	-0,479
		индекс, %	3	85,3	0,267

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,68$ ).

Из табл. 6.3 следует, что параметры биоэлектрической активности головного мозга (в левых отведениях) в группе утреннего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом лишь корреляция частоты низкочастотного бета-ритма в левых центральных отведениях и результата теста Остберга-

Степановой оказалась статистически значимой ( $r_s = -0,697$ ) при умеренной тесноте обратной связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,68$ ).

Таким образом, в группе утреннего хронотипа увеличение суммы баллов обследованного по результатам теста Остберга-Степановой соответствует снижению частоты низкочастотного бета-ритма в левых центральных отведениях. В тесте Остберга-Степановой наибольшее количество баллов соответствует именно утреннему хронотипу (77-92 балла). Следовательно, для наиболее ярких представителей утреннего хронотипа характерна более низкая частота низкочастотного бета-ритма в левых центральных отведениях. Это свидетельствует о том, что для выраженных «жаворонков» характерна высокая способность к выполнению стереотипных, рутинных, повторяющихся умственных операций (сопровождающихся снижением частоты бета-ритма), особенно вербальных заданий и тестов на зрительно-пространственные отношения (поскольку активность бета-диапазона ЭЭГ левого полушария положительно связана с успешностью выполнения такого рода заданий) (Мартынова О.В., 2016).

В то же время меньшей сумме баллов по результатам теста Остберга-Степановой соответствует более высокая частота НЧ бета-ритма. Данный факт указывает на то, что для менее «чётко выраженных» представителей утреннего хронотипа (близких к аритмикам) характерна повышенная умственная активность в условиях предъявления нового, неожиданного стимула.

В табл. 6.4 представлены результаты анализа корреляции параметров ЭЭГ (правые отведения) и итогового результата теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 6.4 следует, что параметры биоэлектрической активности головного мозга (в правых отведениях) в группе утреннего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой, умеренной и высокой тесноты с результатом теста Остберга-Степановой. При этом статистически значимой оказалась корреляция результата данного теста с частотой низкочастотного бета-

ритма в правых центральных отведениях ( $r_s=-0,704$ ) и с частотой низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях ( $r_s=-0,738$ ) при высокой тесноте обратных связей (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,68$ ).

Таблица 6.4 – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (правые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Бета <sub>1</sub> -ритм (НЧ)	Лобные	частота, Гц	15,7	85,3	-0,504
		амплитуда, мкВ	0,5	85,3	-0,504
		индекс, %	2	85,3	-0,250
	Центральные	частота, Гц	16,3	85,3	<b>-0,704*</b>
		амплитуда, мкВ	0,6	85,3	-0,188
		индекс, %	3	85,3	0,171
	Затылочные	частота, Гц	16,6*	85,3	0,438
		амплитуда, мкВ	0,6	85,3	0,025
		индекс, %	4	85,3	-0,267
	Височные	частота, Гц	15,9	85,3	<b>-0,738*</b>
		амплитуда, мкВ	0,5	85,3	0,371
		индекс, %	3	85,3	0,508

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,68$ ).

Таким образом, доказана обратная корреляционная взаимосвязь высокой тесноты между частотой низкочастотного (НЧ) бета-ритма в правых центральных и височных отведениях с итоговым результатом теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности. Следовательно, увеличению суммы набранных баллов по результатам теста соответствует снижение частоты НЧ бета-ритма в правых центральных и височных отведениях. Большое количество баллов в тесте Остберга-Степановой является характерным признаком утреннего хронотипа (77-92 балла). В связи с этим для «чётко выраженных» представителей утреннего хронотипа (с максимальным количеством баллов в тесте на хронотип) характерна более низкая частота низкочастотного бета-ритма в правых центральных и височных отведениях. Это указывает на то, что для «ярко выраженных жаво-

ронков» характерна высокая способность к выполнению стереотипных, рутинных, повторяющихся умственных операций (сопровождающихся снижением частоты бета-ритма, особенно связанных с воздействием невербальных слуховых раздражителей).

С другой стороны, уменьшению суммы баллов по результатам теста Остберга-Степановой соответствует нарастание частоты НЧ бета-ритма. Таким образом, для менее «чётко выраженных» представителей утреннего хронотипа (близких к аритмичному хронотипу) характерны проявления повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а также в условиях предъявления нового, неожиданного стимула.

В табл. 6.5 представлены результаты анализа корреляции параметров ЭЭГ (левые отведения) в группе вечернего хронотипа среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности и итогового результата теста Остберга.

Таблица 6.5 – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (левые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе вечернего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Альфа-ритм	Лобные	частота, Гц	9,4	49,1	0,115
		амплитуда, мкВ	1,3	49,1	<b>-0,434*</b>
		индекс, %	8	49,1	-0,081
	Центральные	частота, Гц	9,5	49,1	0,204
		амплитуда, мкВ	1,7	49,1	-0,266
		индекс, %	18	49,1	-0,035
	Затылочные	частота, Гц	9,6	49,1	0,053
		амплитуда, мкВ	2,1	49,1	-0,079
		индекс, %	29	49,1	-0,144
	Височные	частота, Гц	9,4	49,1	0,038
		амплитуда, мкВ	1,2	49,1	-0,046
		индекс, %	8	49,1	-0,112

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Из табл. 6.5 следует, что параметры биоэлектрической активности головного мозга (в левых отведениях) в группе вечернего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом лишь корреляция амплитуды альфа-ритма в левых лобных отведениях и результата теста Остберга-Степановой оказалась статистически значимой ( $r_s = -0,434$ ) при умеренной тесноте обратной связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Таким образом, чем больше сумма баллов, набранных обследованным в тесте Остберга-Степановой, тем меньше амплитуда альфа-ритма в левых лобных отведениях. Следовательно, для представителей слабо выраженного вечернего хронотипа является типичным более высокий уровень произвольного внимания, что обеспечивает целенаправленную зрительно-моторную деятельность, а для чётко выраженного вечернего хронотипа более характерно состояние спокойного бодрствования.

В табл. 6.6 представлены результаты анализа корреляции параметров ЭЭГ (правые отведения) с итоговым результатом теста Остберга-Степановой в группе вечернего хронотипа среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 6.6 следует, что параметры биоэлектрической активности головного мозга (в правых отведениях) в группе вечернего хронотипа имеют прямые и обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга-Степановой. При этом статистически значимой оказалась корреляция результата данного теста с амплитудой альфа-ритма в правых лобных отведениях ( $r_s = -0,331$ ) при умеренной тесноте обратной связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ). Кроме того, статистически значимой оказалась корреляция результата теста Остберга-Степановой с индексом тэта-ритма в правых центральных отведениях ( $r_s = 0,348$ ) при умеренной тесноте прямой связи (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Таблица 6.6 – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (правые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе вечернего хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Альфа-ритм	Лобные	частота, Гц	9,5	49,1	0,030
		амплитуда, мкВ	1,3	49,1	<b>-0,331*</b>
		индекс, %	9	49,1	-0,024
	Центральные	частота, Гц	9,6	49,1	0,237
		амплитуда, мкВ	1,6	49,1	-0,172
		индекс, %	21	49,1	-0,068
	Затылочные	частота, Гц	10,1	49,1	0,131
		амплитуда, мкВ	2,4	49,1	-0,029
		индекс, %	38	49,1	0,022
	Височные	частота, Гц	9,7	49,1	0,004
		амплитуда, мкВ	1,3	49,1	-0,070
		индекс, %	11	49,1	-0,091
Тэта-ритм	Лобные	частота, Гц	1,0	49,1	-0,136
		амплитуда, мкВ	4,7*	49,1	0,061
		индекс, %	61	49,1	0,192
	Центральные	частота, Гц	1,2	49,1	0,006
		амплитуда, мкВ	3,2	49,1	0,073
		индекс, %	45	49,1	<b>0,348*</b>
	Затылочные	частота, Гц	1,2	49,1	0,029
		амплитуда, мкВ	2,9	49,1	0,115
		индекс, %	31	49,1	0,214
	Височные	частота, Гц	1,3	49,1	-0,070
		амплитуда, мкВ	4,0	49,1	0,148
		индекс, %	56	49,1	0,094

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,32$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе вечернего хронотипа обнаружена обратная корреляционная взаимосвязь умеренной тесноты между амплитудой альфа-ритма в правых лобных отведениях и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Это доказывает обратную зависимость амплитуды альфа-ритма в правых лобных отведениях от хронотипа. То есть увеличение суммы баллов по результатам теста Остберга-Степановой сопровождается снижением амплитуды альфа-ритма в правых лобных отведениях. По результатам теста Остберга-Степановой максимальное количество баллов в группе вечернего хронотипа (от 57 баллов и ниже) соответствует «слабо выраженным совам» (ближе к аритмичному хронотипу). Следо-

вательно, для «слабо выраженных» представителей вечернего хронотипа характерна более низкая амплитуда альфа-ритма в правых лобных отведениях, что указывает на более высокий уровень произвольного внимания по сравнению с чётко выраженными представителями вечернего хронотипа.

С другой стороны, меньшей сумме баллов по результатам теста Остберга-Степановой в группе вечернего хронотипа соответствует более высокая амплитуда альфа-ритма в правых лобных отведениях. Таким образом, для «чётко выраженных сов» характерен сниженный уровень произвольного внимания, что характеризует расслабленное состояние спокойного бодрствования, обеспечивающее оптимальную готовность к деятельности.

Также у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе вечернего хронотипа выявлена прямая корреляционная взаимосвязь умеренной тесноты между индексом тета-ритма в правых центральных отведениях и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Это доказывает прямую зависимость индекса тета-ритма в правых центральных отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста Остберга-Степановой в группе вечернего хронотипа соответствует увеличение индекса тета-ритма в правых центральных отведениях. Следовательно, для «слабо выраженных» представителей вечернего хронотипа (приближенных к ритмичному хронотипу) более характерны проявления признаков напряжённого внимания, чем для «ярко выраженных сов» (что подтверждается уменьшением индекса тета-ритма в правых центральных отведениях при уменьшении суммы баллов по результатам теста на хронотип).

В табл. 6.7 представлены результаты анализа корреляции параметров ЭЭГ (левые отведения) с итоговым результатом теста Остберга-Степановой в группе ритмичного хронотипа среди обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Таблица 6.7 – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (левые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Альфа-ритм	Лобные	частота, Гц	9,8	67,9	-0,121
		амплитуда, мкВ	1,2	67,9	<b>-0,341*</b>
		индекс, %	9	67,9	-0,218
	Центральные	частота, Гц	9,7	67,9	-0,221
		амплитуда, мкВ	1,7	67,9	<b>-0,387*</b>
		индекс, %	17	67,9	<b>-0,322*</b>
	Затылочные	частота, Гц	10,2	67,9	-0,088
		амплитуда, мкВ	2,2	67,9	-0,215
		индекс, %	25	67,9	-0,162
	Височные	частота, Гц	9,8	67,9	-0,140
		амплитуда, мкВ	1,3	67,9	<b>-0,258*</b>
		индекс, %	11	67,9	-0,201
Бета <sub>1</sub> -ритм (НЧ)	Лобные	частота, Гц	15,8	67,9	<b>-0,269*</b>
		амплитуда, мкВ	0,6	67,9	<b>-0,318*</b>
		индекс, %	2	67,9	-0,204
	Центральные	частота, Гц	15,9	67,9	<b>-0,360*</b>
		амплитуда, мкВ	0,7	67,9	<b>-0,403*</b>
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,277*</b>
	Затылочные	частота, Гц	15,6	67,9	-0,151
		амплитуда, мкВ	0,7	67,9	-0,239
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,299*</b>
	Височные	частота, Гц	15,7	67,9	-0,189
		амплитуда, мкВ	0,5	67,9	<b>-0,251*</b>
		индекс, %	2	67,9	<b>-0,321*</b>
Бета <sub>2</sub> -ритм (ВЧ)	Лобные	частота, Гц	22,9	67,9	<b>-0,281*</b>
		амплитуда, мкВ	0,3	67,9	<b>-0,389*</b>
		индекс, %	2	67,9	<b>-0,279*</b>
	Центральные	частота, Гц	22,1	67,9	<b>-0,406*</b>
		амплитуда, мкВ	0,4	67,9	<b>-0,427*</b>
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,307*</b>
	Затылочные	частота, Гц	22,5	67,9	-0,240
		амплитуда, мкВ	0,5	67,9	-0,229
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,311*</b>
	Височные	частота, Гц	22,4	67,9	<b>-0,331*</b>
		амплитуда, мкВ	0,4	67,9	-0,246
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,276*</b>

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Таблица 6.7 (продолжение) – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (левые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Дельта-ритм	Лобные	частота, Гц	5,3	67,9	-0,162
		амплитуда, мкВ	1,5	67,9	<b>-0,459*</b>
		индекс, %	9	67,9	<b>-0,377*</b>
	Центральные	частота, Гц	5,4	67,9	-0,176
		амплитуда, мкВ	1,7	67,9	<b>-0,404*</b>
		индекс, %	15	67,9	<b>-0,275*</b>
	Затылочные	частота, Гц	5,5	67,9	<b>-0,255*</b>
		амплитуда, мкВ	1,5	67,9	<b>-0,349*</b>
		индекс, %	10	67,9	<b>-0,339*</b>
	Височные	частота, Гц	5,4	67,9	<b>-0,318*</b>
		амплитуда, мкВ	1,5	67,9	<b>-0,348*</b>
		индекс, %	14	67,9	<b>-0,416*</b>
Тэта-ритм	Лобные	частота, Гц	1,0	67,9	<b>-0,338*</b>
		амплитуда, мкВ	3,9	67,9	<b>-0,475*</b>
		индекс, %	61	67,9	<b>-0,304*</b>
	Центральные	частота, Гц	1,2	67,9	<b>-0,459*</b>
		амплитуда, мкВ	3,3	67,9	<b>-0,425*</b>
		индекс, %	49	67,9	<b>-0,262*</b>
	Затылочные	частота, Гц	1,3	67,9	-0,216
		амплитуда, мкВ	3,0	67,9	<b>-0,378*</b>
		индекс, %	40	67,9	<b>-0,376*</b>
	Височные	частота, Гц	1,2	67,9	<b>-0,333*</b>
		амплитуда, мкВ	3,4	67,9	<b>-0,265*</b>
		индекс, %	50	67,9	-0,156

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Из табл. 6.7 следует, что показатели биоэлектрической активности головного мозга (в левых отведениях) в группе аритмичного хронотипа имеют исключительно обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами альфа-ритма в лобных (по амплитуде  $r_s = -0,341$ ) и центральных (по амплитуде  $r_s = -0,387$  и индексу  $r_s = -0,322$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ). Также статистически значимой оказалась корреляция слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и амплитудой

альфа-ритма в височных отведениях ( $r_s = -0,258$ ) (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Кроме того, статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами низкочастотного бета-ритма в лобных (по амплитуде  $r_s = -0,318$ ), центральных (по частоте  $r_s = -0,360$  и амплитуде  $r_s = -0,403$ ) и височных (по индексу  $r_s = -0,321$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ). Также статистически значимыми оказались корреляции слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами низкочастотного бета-ритма в лобных (по частоте  $r_s = -0,269$ ), центральных (по индексу  $r_s = -0,277$ ), затылочных (по индексу  $r_s = -0,299$ ) и височных (по амплитуде  $r_s = -0,251$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Вместе с тем статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами высокочастотного бета-ритма в лобных (по амплитуде  $r_s = -0,389$ ), центральных (по частоте  $r_s = -0,406$ , амплитуде  $r_s = -0,427$  и индексу  $r_s = -0,307$ ), затылочных (по индексу  $r_s = -0,311$ ) и височных (по частоте  $r_s = -0,331$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ). Также статистически значимыми оказались корреляции слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами высокочастотного бета-ритма в лобных (по индексу  $r_s = -0,279$ ) и височных (по индексу  $r_s = -0,276$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Наряду с этим статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами дельта-ритма в лобных (по амплитуде  $r_s = -0,459$  и индексу  $r_s = -0,377$ ), центральных (по амплитуде  $r_s = -0,404$ ), затылочных (по амплитуде  $r_s = -0,349$  и индексу  $r_s = -0,339$ ) и височных (по амплитуде  $r_s = -0,318$ , частоте  $r_s = -0,348$  и индексу  $r_s = -0,416$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ). Также статистически значимыми оказались корреляции слабой тесноты между результатом те-

ста Остберга-Степановой и параметрами дельта-ритма в центральных (по индексу  $r_s=-0,275$ ) и затылочных (по частоте  $r_s=-0,255$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ).

Также из табл. 6.7 следует, статистически значимыми являются корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами тэта-ритма в лобных (по частоте  $r_s=-0,338$ , амплитуде  $r_s=-0,475$  и индексу  $r_s=-0,304$ ), центральных (по частоте  $r_s=-0,459$  и амплитуде  $r_s=-0,425$ ), затылочных (по амплитуде  $r_s=-0,378$  и индексу  $r_s=-0,376$ ) и височных (по частоте  $r_s=-0,333$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ). Статистически значимой оказались также корреляции слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами тэта-ритма в центральных (по индексу  $r_s=-0,262$ ) и височных (по амплитуде  $r_s=-0,265$ ) отведениях ( $r_s=-0,258$ ) (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности с аритмичным хронотипом обнаружены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой альфа-ритма в левых лобных, центральных и височных отведениях, индексом альфа-ритма в левых центральных отведениях, с другой. Это доказывают обратную зависимость параметров альфа-ритма в указанных левых отведениях от хронотипа. Следовательно, увеличению суммы баллов обследованного по результатам теста на хронотип (нарастание проявлений признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) соответствует снижение выраженности альфа-ритма. В то же время уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (ближе к вечернему хронотипу) соответствует нарастание выраженности альфа-ритма в указанных левых отведениях. Таким образом, чем ближе представители аритмичного хронотипа к утреннему хронотипу, тем выше уровень бодрствования и признаков вовлечения процессов произвольного внимания (особенно в условиях сложной зрительной среды), обеспечивающих целенаправленную зрительно-

моторную деятельность. Наоборот, при нарастании свойств вечернего хронотипа отмечается усиление признаков спокойной релаксации, что отражает оптимальное состояние готовности к переходу к активным действиям.

Также у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа выявлены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой низкочастотного (НЧ) бета-ритма в левых лобных и височных отведениях, частотой НЧ бета-ритма в левых лобных и центральных отведениях, индексом НЧ бета-ритма в левых центральных и затылочных отведениях, с другой. Обнаруженные взаимосвязи доказывают обратную зависимость параметров НЧ бета-ритма в указанных левых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение всех параметров НЧ бета-ритма. В то же время уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (смещение в сторону вечернего хронотипа) сопутствует нарастание всех параметров НЧ бета-ритма в указанных левых отведениях. То есть приближение к утреннему хронотипу соответствует снижению умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а приближение к вечернему хронотипу соответствует её повышению.

В то же время у лиц с начальными навыками операторской деятельности и аритмичным хронотипом выявлены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой высокочастотного (ВЧ) бета-ритма в левых лобных и центральных отведениях, частотой ВЧ бета-ритма в левых центральных и височных отведениях, индексом ВЧ бета-ритма во всех левых отведениях, с другой. Это доказывает обратную зависимость параметров ВЧ бета-ритма в отмеченных левых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание проявлений

признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение всех параметров ВЧ бета-ритма. Уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (приближение к вечернему хронотипу) сопутствует нарастание всех параметров ВЧ бета-ритма. Таким образом, чем ближе представитель аритмичного хронотипа к «жаворонкам», тем ниже уровень его нервно-психической напряжённости. Наоборот, при нарастании признаков вечернего хронотипа усиливаются активирующие влияния на кору головного мозга, а также нарастают проявления повышенной нервно-психической напряжённости.

Также у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа выявлены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой дельта-ритма во всех левых отведениях, а также частотой дельта-ритма в левых височных и затылочных отведениях, индексом дельта-ритма в левых лобных, центральных и затылочных отведениях с другой. Это доказывает наличие обратной зависимости параметров дельта-ритма в упомянутых левых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение всех параметров дельта-ритма. Уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (приближение к вечернему хронотипу) сопутствует нарастание всех параметров дельта-ритма в указанных левых отведениях. То есть, представители аритмичного хронотипа, обнаруживающие у себя признаки утреннего хронотипа, реже подвержены дневной сонливости с возникновением эпизодов микросна. Наоборот, представители аритмичного хронотипа, приближенные по своим хронотипологическим особенностям к совам, чаще подвержены дневной сонливости, снижению работоспособности, что подтверждается нарастанием признаков микросна.

У лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа обнаружены обратные корреляционные взаимосвязи

умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой тета-ритма во всех левых отведениях, а также частотой тета-ритма в левых лобных, центральных и височных отведениях, индексом тета-ритма в левых лобных, центральных и затылочных отведениях, с другой. Это доказывает наличие обратной зависимости параметров тета-ритма в перечисленных левых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание проявлений у представителей аритмичного хронотипа признаков утреннего хронотипа) сопутствует снижение всех параметров тета-ритма. Уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (приближение к вечернему хронотипу) сопутствует нарастание всех параметров тета-ритма в указанных левых отведениях. То есть, чем ближе представитель аритмичного хронотипа по своим характеристикам к вечернему хронотипу, тем более выражены у него признаки напряжённого внимания. Вместе с тем у представителей аритмичного хронотипа, приближенных к «жаворонкам», наблюдается обратная тенденция.

В табл. 6.8 представлены результаты анализа корреляции параметров ЭЭГ (правые отведения) и итогового результата теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хронотипа у обследованных с начальными навыками операторской деятельности.

Из табл. 6.8 следует, что показатели биоэлектрической активности головного мозга (в правых отведениях) в группе аритмичного хронотипа имеют исключительно обратные корреляционные связи слабой и умеренной тесноты с результатом теста Остберга. При этом статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами альфа-ритма в лобных (по амплитуде  $r_s = -0,306$ ), центральных (по амплитуде  $r_s = -0,478$ ), затылочных (по амплитуде  $r_s = -0,320$ ) и височных (по амплитуде  $r_s = -0,375$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ). Также статистически значимыми оказались корреляции слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами альфа-ритма в цен-

тральных (по индексу  $r_s = -0,279$ ), затылочных (по индексу  $r_s = -0,267$ ) и височных (по индексу  $r_s = -0,266$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Таблица 6.8 – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (правые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хронотипа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Альфа-ритм	Лобные	частота, Гц	9,7	67,9	-0,043
		амплитуда, мкВ	1,3	67,9	<b>-0,306*</b>
		индекс, %	10	67,9	-0,239
	Центральные	частота, Гц	9,8	67,9	-0,115
		амплитуда, мкВ	1,7	67,9	<b>-0,478*</b>
		индекс, %	18	67,9	<b>-0,279*</b>
	Затылочные	частота, Гц	10,2	67,9	-0,101
		амплитуда, мкВ	2,4	67,9	<b>-0,320*</b>
		индекс, %	34	67,9	<b>-0,267*</b>
	Височные	частота, Гц	9,7	67,9	-0,102
		амплитуда, мкВ	1,3	67,9	<b>-0,375*</b>
		индекс, %	12	67,9	<b>-0,266*</b>
Бета <sub>1</sub> -ритм (НЧ)	Лобные	частота, Гц	15,4	67,9	<b>-0,304*</b>
		амплитуда, мкВ	0,5	67,9	<b>-0,333*</b>
		индекс, %	2	67,9	-0,247
	Центральные	частота, Гц	15,7	67,9	<b>-0,328*</b>
		амплитуда, мкВ	0,7	67,9	<b>-0,421*</b>
		индекс, %	3	67,9	-0,108
	Затылочные	частота, Гц	15,8*	67,9	<b>-0,424*</b>
		амплитуда, мкВ	0,8	67,9	<b>-0,345*</b>
		индекс, %	4	67,9	<b>-0,314*</b>
	Височные	частота, Гц	15,6	67,9	-0,180
		амплитуда, мкВ	0,5	67,9	<b>-0,384*</b>
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,265*</b>
Бета <sub>2</sub> -ритм (ВЧ)	Лобные	частота, Гц	22,5	67,9	<b>-0,310*</b>
		амплитуда, мкВ	0,3	67,9	<b>-0,362*</b>
		индекс, %	2	67,9	<b>-0,310*</b>
	Центральные	частота, Гц	22,1	67,9	<b>-0,370*</b>
		амплитуда, мкВ	0,4	67,9	<b>-0,397*</b>
		индекс, %	3	67,9	-0,203
	Затылочные	частота, Гц	22,0	67,9	<b>-0,345*</b>
		амплитуда, мкВ	0,5	67,9	<b>-0,282*</b>
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,275*</b>
	Височные	частота, Гц	22,5	67,9	-0,246
		амплитуда, мкВ	0,4	67,9	<b>-0,352*</b>
		индекс, %	3	67,9	<b>-0,268*</b>

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Таблица 6.8 (продолжение) – Взаимосвязь параметров ЭЭГ (правые отведения) и результата теста Остберга-Степановой в группе аритмичного хроно-типа (коэффициент ранговой корреляции Спирмена,  $r_s$ )

Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ	Значение показателей ЭЭГ, Ме	Итоговый результат теста Остберга-Степановой, Ме, баллы	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $r_s$
Дельта-ритм	Лобные	частота, Гц	5,3	67,9	-0,141
		амплитуда, мкВ	1,5	67,9	<b>-0,416*</b>
		индекс, %	9	67,9	<b>-0,313*</b>
	Центральные	частота, Гц	5,8	67,9	<b>-0,282*</b>
		амплитуда, мкВ	1,8	67,9	<b>-0,482*</b>
		индекс, %	14	67,9	<b>-0,346*</b>
	Затылочные	частота, Гц	5,8	67,9	-0,166
		амплитуда, мкВ	1,5	67,9	<b>-0,375*</b>
		индекс, %	9	67,9	<b>-0,354*</b>
	Височные	частота, Гц	5,4	67,9	<b>-0,388*</b>
		амплитуда, мкВ	1,4	67,9	<b>-0,404*</b>
		индекс, %	12	67,9	<b>-0,322*</b>
Тэта-ритм	Лобные	частота, Гц	1,0	67,9	<b>-0,455*</b>
		амплитуда, мкВ	4,3*	67,9	<b>-0,459*</b>
		индекс, %	62	67,9	<b>-0,347*</b>
	Центральные	частота, Гц	1,1	67,9	<b>-0,529*</b>
		амплитуда, мкВ	3,1	67,9	<b>-0,555*</b>
		индекс, %	49	67,9	<b>-0,429*</b>
	Затылочные	частота, Гц	1,2	67,9	<b>-0,377*</b>
		амплитуда, мкВ	3,0	67,9	<b>-0,362*</b>
		индекс, %	35	67,9	<b>-0,392*</b>
	Височные	частота, Гц	1,2	67,9	<b>-0,471*</b>
		амплитуда, мкВ	3,5	67,9	<b>-0,409*</b>
		индекс, %	58	67,9	<b>-0,363*</b>

\* Корреляция достигает уровня статистической значимости (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Кроме того, статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами низкочастотного бета-ритма в лобных (по частоте  $r_s = -0,304$  и амплитуде  $r_s = -0,333$ ), центральных (по частоте  $r_s = -0,328$  и амплитуде  $r_s = -0,421$ ), затылочных (по частоте  $r_s = -0,424$ , амплитуде  $r_s = -0,345$  и индексу  $r_s = -0,314$ ) и височных (по амплитуде  $r_s = -0,384$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ). Также статистически значимой оказалась корреляция слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и индексом низкочастотного бета-ритма в височном отведении ( $r_s = -0,265$ ) (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s = 0,25$ ).

Вместе с тем статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами высокочастотного бета-ритма в лобных (по частоте  $r_s=-0,310$ , амплитуде  $r_s=-0,362$  и индексу  $r_s=-0,310$ ), центральных (по частоте  $r_s=-0,370$  и амплитуде  $r_s=-0,397$ ), затылочных (по частоте  $r_s=-0,345$ ) и височных (по амплитуде  $r_s=-0,352$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ). Также статистически значимыми оказались корреляции слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами высокочастотного бета-ритма в затылочных (по амплитуде  $r_s=-0,282$  и индексу  $r_s=-0,275$ ) и височных (по индексу  $r_s=-0,268$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ).

Наряду с этим статистически значимыми оказались корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами дельта-ритма в лобных (по амплитуде  $r_s=-0,416$  и индексу  $r_s=-0,313$ ), центральных (по амплитуде  $r_s=-0,482$  и индексу  $r_s=-0,346$ ), затылочных (по амплитуде  $r_s=-0,375$  и индексу  $r_s=-0,354$ ) и височных (по частоте  $r_s=-0,388$  амплитуде  $r_s=-0,404$  и индексу  $r_s=-0,322$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ). Также статистически значимой оказалась корреляция слабой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и частотой дельта-ритма в центральных отведениях ( $r_s=-0,282$ ) (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ).

Также из табл. 6.8 следует, статистически значимыми являются корреляции умеренной тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и параметрами тэта-ритма в лобных (по частоте  $r_s=-0,455$ , амплитуде  $r_s=-0,459$  и индексу  $r_s=-0,347$ ), центральных (по частоте  $r_s=-0,529$ , амплитуде  $r_s=-0,555$  и индексу  $r_s=-0,429$ ), затылочных (по частоте  $r_s=-0,377$ , амплитуде  $r_s=-0,362$  и индексу  $r_s=-0,392$ ) и височных (по частоте  $r_s=-0,471$ , амплитуде  $r_s=-0,409$  и индексу  $r_s=-0,363$ ) отведениях (при  $p \leq 0,05$  критическое значение  $r_s=0,25$ ).

Таким образом, у лиц с начальными навыками операторской деятельности с аритмичным хронотипом обнаружены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остбер-

га-Степановой, с одной стороны, и амплитудой альфа-ритма во всех правых отведениях, а также индексом альфа-ритма в правых центральных, височных и затылочных отведениях, с другой. Это доказывает обратную зависимость параметров альфа-ритма в перечисленных правых отведениях от хронотипа. Следовательно, увеличению суммы баллов обследованного по результатам теста Остберга (нарастание признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение выраженности альфа-ритма. В то же время уменьшению суммы баллов (ближе к вечернему хронотипу) соответствует нарастание выраженности альфа-ритма в указанных правых отведениях. Таким образом, чем ближе представители аритмичного хронотипа к утреннему хронотипу, тем более выражены у них уровень бодрствования и признаки вовлечения процессов произвольного внимания, обеспечивающего целенаправленную зрительно-моторную деятельность. По мере приближения к вечернему хронотипу отмечается нарастание признаков спокойной релаксации, что отражает оптимальное состояние готовности к переходу к активным действиям.

У лиц с начальными навыками операторской деятельности с аритмичным хронотипом выявлены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой низкочастотного (НЧ) бета-ритма во всех правых отведениях, частотой НЧ бета-ритма в правых лобных, центральных и затылочных отведениях, а также индексом НЧ бета-ритма в правых височных и затылочных отведениях, с другой. Это доказывают обратную зависимость параметров НЧ бета-ритма в указанных правых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение всех параметров НЧ бета-ритма. При этом уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (смещение в сторону вечернего хронотипа) сопутствует нарастание всех параметров НЧ бета-ритма в указанных правых отведениях. То есть, приближение к утреннему хронотипу соответствует сни-

жению умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а приближение к вечернему хронотипу соответствует её нарастанию.

Также у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа выявлены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и амплитудой высокочастотного (ВЧ) бета-ритма во всех правых отведениях, частотой ВЧ бета-ритма в правых лобных, центральных и затылочных отведениях, индексом ВЧ бета-ритма в правых лобных, височных и затылочных отведениях, с другой. Это доказывает обратную зависимость параметров ВЧ бета-ритма в указанных правых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение всех параметров ВЧ бета-ритма, а уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (приближение к вечернему хронотипу) сопутствует нарастание всех параметров ВЧ бета-ритма в указанных правых отведениях. Таким образом, при нарастании у представителей аритмичного хронотипа признаков утреннего хронотипа отмечается снижение уровня нервно-психической напряжённости. Наоборот, при увеличении проявлений вечернего хронотипа усиливаются активирующие влияния на кору головного мозга, сопровождающиеся признаками повышенной нервно-психической напряжённости.

В то же время у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа обнаружены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и параметрами дельта-ритма (амплитудой и индексом) во всех правых отведениях, а также частотой дельта-ритма в правых центральных и височных отведениях, с другой. Это доказывает наличие обратной зависимости параметров дельта-ритма в указанных правых отведениях от хронотипа. Увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип

(нарастание признаков утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижению всех параметров дельта-ритма. В то же время уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (приближение к вечернему хронотипу) сопутствует нарастание всех параметров дельта-ритма в указанных правых отведениях. То есть, представители аритмичного хронотипа, обнаруживающие у себя также признаки утреннего хронотипа, реже подвержены дневной сонливости с появлением эпизодов микросна. Наоборот, представители аритмичного хронотипа, приближенные по своим хронотипологическим характеристикам к вечернему хронотипу, могут быть чаще подвержены дневной сонливости, снижению работоспособности, что подтверждается нарастанием признаков микросна.

Вместе с тем у лиц с начальными навыками операторской деятельности и аритмичным хронотипом выявлены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной тесноты между итоговым результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и параметрами тета-ритма (частотой, амплитудой и индексом) во всех правых отведениях, с другой. Это доказывает наличие обратной зависимости всех параметров тета-ритма во всех правых отведениях от хронотипа. Таким образом, увеличению суммы баллов по результатам теста на хронотип (нарастание проявлений утреннего хронотипа у представителей аритмичного хронотипа) сопутствует снижение всех параметров тета-ритма. При этом, а уменьшению суммы баллов в тесте на хронотип (приближение к вечернему хронотипу) сопутствует нарастание всех параметров тета-ритма во всех правых отведениях. То есть, для представителей аритмичного хронотипа, приближенных по своим характеристикам к «совам», более характерны проявления признаков напряжённого внимания в отличие от представителей аритмичного хронотипа, приближенных к «жаворонкам», где наблюдается обратная тенденция.

Таким образом, по результатам проведённого корреляционного анализа доказана зависимость параметров ЭЭГ от хронотипа у лиц с начальными навы-

ками операторской деятельности. В частности, наибольшее влияние хронотипа на параметры биоэлектрической активности головного мозга прослеживается в группе утреннего хронотипа, где обнаружены обратные корреляционные взаимосвязи высокой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и частотой низкочастотного бета-ритма в правых центральных отведениях ( $r_s=-0,704$ ), а также с частотой низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях ( $r_s=-0,738$ ), с другой. Это указывает на то, что для «ярко выраженных жаворонков» характерна высокая способность к выполнению стереотипных, рутинных, повторяющихся умственных операций, особенно связанных с воздействием невербальных слуховых раздражителей. С другой стороны, для «слабо выраженных» представителей утреннего хронотипа, (приближенных к аритмичному хронотипу) характерны проявления повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а также в условиях предъявления нового, неожиданного стимула.

Для группы вечернего хронотипа доказана зависимость амплитуды альфа-ритма в правых и левых лобных отведениях, а также индекса тета-ритма в правых центральных отведениях от хронотипа. Следовательно, для представителей слабо выраженного вечернего хронотипа (приближенных к аритмичному) типичен более высокий уровень произвольного внимания наряду с проявлениями признаков напряжённого внимания, обеспечивает целенаправленную зрительно-моторную деятельность. Для чётко выраженного вечернего хронотипа характерен сниженный уровень произвольного внимания, что сопровождается расслабленным состоянием спокойного бодрствования, обеспечивающее оптимальную готовность к деятельности.

Для группы аритмичного хронотипа обнаружены обратные корреляционные взаимосвязи умеренной и слабой тесноты между результатом теста на хронотип и параметрами альфа-ритма, низкочастотного и высокочастотного бета-ритма, дельта- и тета ритма в левых и правых отведениях. Это указывает на то, что представители аритмичного хронотипа, приближенные по своим

хронотипологическим характеристикам к утреннему хронотипу, могут обнаруживать высокий уровень бодрствования и процессов произвольного внимания (особенно в условиях сложной зрительной среды), обеспечивающего целенаправленную зрительно-моторную деятельность. В то же время у представителей аритмичного хронотипа, приближенных по своим признакам к вечернему хронотипу, с одной стороны, чаще отмечаются признаки спокойной релаксации, что отражает оптимальное состояние готовности к переходу к активным действиям, с другой стороны, тенденции к усилению активирующих влияний на кору головного мозга с нарастанием умственной активности на фоне эмоционального возбуждения и в условиях предъявления нового, неожиданного стимула, проявления повышенной нервно-психической напряжённости и признаков напряжённого внимания. Также аритмики, «приближенные к совам», чаще подвержены дневной сонливости, снижению работоспособности, что подтверждается нарастанием признаков микросна. Таким образом, представители аритмичного хронотипа, приближенные по своим характеристикам к утреннему хронотипу, являются наиболее предпочтительными кандидатами при профотборе лиц на операторские профессии, как способные поддерживать более высокий уровень бодрствования и процессов произвольного внимания и менее подверженные дневной сонливости с эпизодами микросна в сравнении с представителями аритмичного хронотипа, приближенным к группе вечернего хронотипа.

### **6.3. Прогностическая модель эффективности операторской деятельности на основе биоэлектрических особенностей**

На следующем этапе исследования был проведён корреляционно-регрессионный анализ с целью построения прогностической модели для оценки способности представителей разных хронотипов к операторской деятельности на основе параметров ЭЭГ. Нами использовалась модель линейной регрес-

сии. Уровень надёжности данного результатов анализа составлял не менее 95 %.

Способность представителей утреннего хронотипа к операторской деятельности в зависимости от особенностей биоэлектрической активности головного мозга рассчитывается по формуле 6.1.

$$f(x) = 9,06 - 0,271x_1, \text{ где} \quad (6.1)$$

$f(x)_{\text{утр.}}$  – способность представителей утреннего хронотипа к операторской деятельности (баллы),

$x_1$  – частота низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях (Гц).

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) равен 0,683, следовательно, данная модель на 68,3 % объясняет зависимость от исследуемых факторов способности представителей утреннего хронотипа к операторской деятельности. Таким образом, способность человека с утренним хронотипом к операторской деятельности имеет обратную линейную зависимость от частоты низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях. Кроме того, на значение анализируемого параметра незначительно влияют и другие факторы, не описанные в данной модели.

В результате построения регрессионных моделей способности представителей вечернего и аритмичного хронотипов к операторской деятельности в зависимости от исследуемых факторов обнаружено, что коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) оказались меньше 0,5. Следовательно, данные модели не могут быть использованы в практических целях.

Таким образом, способность человека с утренним хронотипом к операторской деятельности описывается предложенной моделью множественной линейной регрессии. Согласно приведённому уравнению, операторские способности «жаворонков» линейно снижаются по мере увеличения частоты низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях ЭЭГ.

Повышение частоты низкочастотного бета-ритма соответствует высокому уровню работоспособности оператора. Однако значительное повышение частоты данного ритма является маркёром высокого уровня напряжения и выраженного стресса. Поэтому чрезмерное увеличение частоты низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях сопровождается снижением уровня работоспособности у операторов с утренним хронотипом.

Таким образом, в результате исследования влияния хронотипа на параметры биоэлектрической активности головного мозга показано, что у представителей аритмичного и вечернего хронотипов в состоянии спокойного бодрствования имеются признаки повышенной нервно-психической напряжённости, что может указывать на постоянное напряжение регуляторных механизмов, сформированных в ответ на стресс и длительную умственную работу операторов.

У представителей утреннего хронотипа в состоянии спокойного бодрствования отмечаются признаки напряжённого внимания, что может свидетельствовать о наличии регуляторных механизмов, сформированных в ответ на необходимость принятия решений при высоком уровне неопределённости.

В то же время у представителей утреннего хронотипа в состоянии спокойного бодрствования отмечаются признаки повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения. Подобная реакция свидетельствует о наличии регуляторных механизмов, сформированных в ответ на интенсивную умственную деятельность операторов, требующую повышенного внимания.

Кроме того, у представителей аритмичного и вечернего хронотипов в состоянии спокойного бодрствования отмечаются признаки микросна, что свидетельствует о снижении работоспособности операторов.

В результате проведённого корреляционного анализа зависимости показателей биоэлектрической активности головного мозга от хронотипа у лиц с

начальными навыками операторской деятельности была доказана зависимость параметров ЭЭГ от хронотипа. При этом наибольшее влияние хронотипа на биоэлектрическую активность головного мозга у лиц с начальными навыками операторской деятельности прослеживается в группе утреннего хронотипа, где было выявлено, что для «ярко выраженных жаворонков» характерна высокая способность к выполнению стереотипных, рутинных, повторяющихся умственных операций, особенно связанных с воздействием невербальных слуховых раздражителей. С другой стороны, для «слабо выраженных» представителей утреннего хронотипа, приближенных по своим хронотипологическим характеристикам к аритмичному хронотипу, характерны явления повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а также в условиях предъявления нового, неожиданного стимула. Обе выявленные тенденции позволяют рекомендовать представителей утреннего хронотипа как наиболее подходящих кандидатов при профотборе лиц на операторские профессии.

В результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа с использованием модели линейной регрессии показано, что способность представителей утреннего хронотипа к операторской деятельности имеет обратную линейную зависимость от частоты низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях. Таким образом, при нарастании частоты низкочастотного бета-ритма (что сопровождается повышением ментальной активности в стрессогенных, неожиданных ситуациях) отмечается тенденция к снижению способности к операторской деятельности у представителей утреннего хронотипа. Наоборот, снижение частоты низкочастотного бета-ритма (что соответствует повышенной способности к выполнению стандартных, рутинных заданий) сопровождается повышением способности к операторской деятельности. Таким образом, наибольшую эффективность представители утреннего хронотипа демонстрируют в условиях монотонного и стереотипного труда.

Полученные результаты позволяют рекомендовать представителей утреннего хронотипа в качестве оптимальных кандидатов для операторских профес-

сий, как наиболее стрессоустойчивых, обладающих на фоне представителей аритмичного и вечернего хронотипов более высоким уровнем адаптационных резервов и работоспособности.

Использование полученных данных поможет оптимизировать профессиональный отбор операторов для систем «человек-машина» и снизить аварийность на потенциально опасных объектах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов теста Остберга-Степановой позволил выделить среди профессиональных операторов и лиц с начальными навыками операторской деятельности представителей утреннего, вечернего и аритмичного хронотипов. При этом 62,5 % профессиональных операторов принадлежали к аритмичному хронотипу, представители утреннего хронотипа составили 22,5 %, а вечернего – 15 % от общего числа обследованных операторов. Среди лиц с начальными навыками операторской деятельности самым распространённым также оказался аритмичный хронотип – 61,2 %, представители вечернего хронотипа составили 31,4 %, а утреннего – 7,44 %. Данные группы достоверно отличаются по итоговому результату теста Остберга-Степановой.

Далее анализ различий между выявленными хронотипами по параметрам операторской деятельности в обычных и осложнённых условиях среди лиц с начальными навыками операторской деятельности позволил установить, что в обычных условиях эффективность сенсомоторного слежения по среднему значению в трёх периодах в группе вечернего хронотипа оказалась на 25,87 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). При этом на простых заданиях эффективность слежения в группе вечернего хронотипа была на 57,22 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа. На заданиях средней сложности эффективность слежения в группе вечернего хронотипа оказалась на 46,69 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа. При этом на заданиях высокой сложности эффективность слежения в

группе вечернего хронотипа оказалась на 20,81 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

По результатам теста на операторскую деятельность в осложнённых условиях среди лиц с начальными навыками операторской деятельности эффективность сенсомоторного слежения по среднему значению в трёх периодах в группе вечернего хронотипа оказалась на 25,67 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ). При этом на простых заданиях эффективность слежения в группе вечернего хронотипа на 52,45 % выше, чем в группе аритмичного хронотипа. На заданиях средней сложности эффективность слежения в группе вечернего хронотипа на 58,16 % достоверно больше, чем в группе аритмичного хронотипа. При этом во время выполнения сложных заданий эффективность слежения в группе вечернего хронотипа оказалась на 16,62 % достоверно большей, чем в группе аритмичного хронотипа ( $p \leq 0,01$ ).

Таким образом, представители вечернего хронотипа среди лиц с начальными навыками операторской деятельности показали более высокую эффективность сенсомоторного слежения в сравнении с группой аритмичного хронотипа как в обычных, так и в осложнённых условиях. Следовательно, представители вечернего хронотипа могут считаться наиболее предпочтительными кандидатами при профотборе лиц на операторские профессии сенсомоторного профиля. Это связано со способностью так называемых «сов» максимально быстро, точно и результативно выполнять свою профессиональную деятельность, как в обычных условиях, так и в стрессогенной обстановке, по сравнению с другими хронотипами.

По результатам корреляционного анализа зависимости показателей операторской деятельности от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности показано, что наибольшее влияние хронотипа на эффективность операторской деятельности прослеживается в группе утреннего хронотипа в осложнённых условиях ( $r_s = 0,771$ ). Обнаруженная здесь прямая корреляционная связь высокой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и

эффективностью сенсомоторного слежения в осложнённых условиях на заданиях высокой сложности указывает на то, что принадлежность к утреннему хронотипу значительно повышает способность выполнять сложные операторские задачи, требующие быстрой реакции, в стрессовых ситуациях. Наряду с этим обнаруженная прямая корреляционная связь слабой тесноты между показателем эффективности теста на сенсомоторное слежение в осложнённых условиях на заданиях средней сложности и итоговым результатом теста Остберга-Степановой ( $r_s=0,285$ ) в группе аритмичного хронотипа доказывает минимальное положительное влияние принадлежности к аритмичному хронотипу на эффективность сенсомоторного слежения в осложнённых условиях на заданиях средней сложности.

В результате исследования различий между хронотипами по параметрам эмоционального интеллекта у профессиональных операторов и лиц с начальными навыками операторской деятельности установлено, что для представителей вечернего хронотипа в группе лиц с начальными навыками операторской деятельности характерен самый высокий уровень общего эмоционального интеллекта – на 8,4 % выше, чем в группе аритмичного хронотипа. В свою очередь, у представителей аритмичного хронотипа данный показатель оказался на 7,69 % выше, чем в группе утреннего хронотипа.

Вместе с тем, уровень социального интеллекта в группе вечернего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности оказался на 10 % выше, чем в группе утреннего хронотипа.

Наряду с этим уровень экзистенциального интеллекта в группе аритмичного хронотипа среди лиц с начальными навыками операторской деятельности оказался на 10 % выше, чем в группе утреннего хронотипа.

Таким образом, выявленный высокий уровень общего эмоционального, а также социального интеллекта у представителей вечернего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности даёт определённые преимущества перед другими хронотипами. Это связано с тем, что операторы с ве-

черным хронотипом обладают более высоким уровнем адаптации к внештатным ситуациям, умением сохранять самообладание, способностью действовать максимально эффективно даже во внештатных ситуациях, работать в команде, вызывать доверие, легко и эффективно взаимодействовать с коллегами. Также лица, принадлежащие к аритмичному хронотипу, обладая высоким уровнем экзистенциального интеллекта, в ряде случаев могут иметь преимущество перед операторами других хронотипов за счёт способности находить нестандартные решения в сложных ситуациях, сопровождающих операторскую деятельность.

По результатам исследования уровня и структуры психометрического интеллекта у лиц с начальными навыками операторской деятельности нами выявлено, что общий уровень IQ у представителей вечернего хронотипа на 12,5 % выше, чем у представителей утреннего хронотипа. Вместе с тем, уровень логического интеллекта в группе вечернего хронотипа оказался на 9,1 % выше, чем в группе утреннего хронотипа.

Выявленный у лиц с начальными навыками операторской деятельности с вечерним хронотипом самый высокий общий уровень психометрического интеллекта, а также одной из его сфер – логического интеллекта – характеризует представителей вечернего хронотипа, как наиболее интеллектуально развитых, способных эффективно решать профессиональные задачи и находить верные решения во внештатных ситуациях.

По результатам оценки параметров вегетативного статуса у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлено статистически значимое повышение мощности сверхнизкочастотных колебаний спектра variability сердечного ритма у представителей аритмичного хронотипа в сравнении с группой утреннего хронотипа – на 36,95 %. Это указывает на преобладание реакций симпатической нервной системы, что в свою очередь свидетельствует о психоэмоциональном напряжении и снижении адаптационных способностей операторов с аритмичным хронотипом.

Таким образом, по результатам спектрального анализа variability сердечного ритма у лиц с начальными навыками операторской деятельности наиболее предпочтительными кандидатами на операторские профессии оказались представители утреннего хронотипа, как наиболее стрессоустойчивые.

По результатам корреляционного анализа доказана зависимость параметров КИГ от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности. При этом наибольшее влияние хронотипа на параметры вегетативного статуса отмечается в группе утреннего хронотипа, где обнаружена прямая корреляционная взаимосвязь высокой тесноты между кардио-респираторным соотношением и итоговым результатом теста Остберга-Степановой ( $r_s=0,754$ ). Таким образом, для «чётко выраженных жаворонков» характерна более высокая способность к адаптации организма к условиям стресса.

По результатам оценки состояния регионарной микрогемодинамики у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа выявлена сравнительно высокая степень кровенаполнения микроциркуляторного русла. Это указывает как на ослабление артериолярного сосудистого тонуса, так и явления застоя крови в венолярном звене.

Для представителей вечернего хронотипа характерна высокая variability микрокровотока (что отражает хорошее состояние микроциркуляции), а также значительный вклад эндотелиального механизма в регуляцию внутрисосудистого сопротивления и периферического сопротивления в артериолах. Высокий уровень влияния низкочастотных и сверхнизкочастотных компонентов на регуляцию внутрисосудистого сопротивления в группе вечернего хронотипа свидетельствует об адекватности микрокровотока, хорошей дилатации, отсутствии угнетения вазомоторных регуляторных механизмов. Более выраженная вазомоторная активность микрососудов у лиц из группы вечернего хронотипа свидетельствует о хорошем состоянии микроциркуляции в сравнении с представителями утреннего и аритмичного хронотипов. Также характерен значительный вклад дыхательных волн в регуляцию внутрисосудистого сопротивле-

ния и снижение уровня нейрогенного тонуса, что отражает понижение симпатических влияний и уменьшение жёсткости сосудистой стенки.

Таким образом, в группе вечернего хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности выявлено перераспределение ритмических характеристик в сторону увеличения высокочастотных, низкочастотных и сверхнизкочастотных колебаний, соответственно, отражающих значительный вклад дыхательных, вазомоторных и эндотелиальных компонентов в регуляцию микрокровотока. Следовательно, данный тип можно характеризовать высокой сбалансированностью регуляторных механизмов, что позволяет рекомендовать представителей вечернего хронотипа в качестве наиболее предпочтительных кандидатов при отборе лиц на операторские профессии.

По результатам корреляционного анализа у лиц с начальными навыками операторской деятельности доказана зависимость показателей микроциркуляции от хронотипа у утреннего и вечернего хронотипов. Для чётко выраженных «жаворонков» характерно уменьшение вклада кардиального компенсаторного механизма в продвижение крови по капиллярам. Вместе с тем, для слабо выраженных «сов» характерны более высокие значения частот в вазомоторном и эндотелиальном спектре.

По результатам исследования особенностей биоэлектрической активности головного мозга у лиц с разным хронотипом у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе утреннего хронотипа обнаружена наименьшая амплитуда высокочастотного бета-ритма в левых височных отведениях, наибольший индекс тэта-ритма в левых центральных отведениях, наибольшая частота низкочастотного бета-ритма в правых затылочных отведениях и наименьшая амплитуда дельта-ритма в правых лобных отведениях. Таким образом, у представителей утреннего хронотипа в состоянии спокойного бодрствования отмечаются признаки напряжённого внимания, а также повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения.

Вместе с тем, у операторов аритмичного и вечернего хронотипов выявлена наибольшая амплитуда высокочастотного бета-ритма в левых височных отведениях, наименьший индекс тета-ритма в левых центральных отведениях, наименьшая частота низкочастотного бета-ритма в правых затылочных областях, а также высокие значения амплитуды дельта-ритма в правых лобных отведениях. Таким образом, у представителей аритмичного и вечернего хронотипов на фоне повышенной нервно-психической напряжённости и постоянного напряжения регуляторных механизмов наблюдаются эпизоды микросна, что потенциально может привести к ошибкам в работе. Также увеличение мощности высокочастотного бета-ритма в теменно-затылочных областях может рассматриваться как отражение сознательного контроля творческой активности, а именно передачи информации между различными отделами коры и регуляции информационных потоков разных модальностей (Старченко М. Г., 2018). Повышенная активация левой височной области может отражать степень выраженности тревожного компонента и являться отличительным маркёром тревожно-депрессивного синдрома.

В результате проведённого корреляционного анализа зависимости показателей биоэлектрической активности головного мозга от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности доказана зависимость параметров ЭЭГ от хронотипа. При этом наибольшее влияние хронотипа на биоэлектрическую активность головного мозга у лиц с начальными навыками операторской деятельности прослеживается в группе утреннего хронотипа. Для «ярко выраженных жаворонков» характерна высокая способность к выполнению стереотипных, рутинных, повторяющихся умственных операций, особенно связанных с воздействием невербальных слуховых раздражителей. С другой стороны, для «слабо выраженных» представителей утреннего хронотипа, приближенных по своим хронотипологическим характеристикам к аритмичному хронотипу, характерны явления повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а также в условиях предъявления нового,

неожиданного стимула. Обе выявленные тенденции позволяют рекомендовать представителей утреннего хронотипа в качестве наиболее подходящих кандидатов при профотборе лиц на операторские профессии.

В результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа с использованием модели линейной регрессии показано, что способность представителей утреннего хронотипа к операторской деятельности имеет обратную линейную зависимость от частоты низкочастотного бета-ритма в правых височных отведениях. Таким образом, при нарастании частоты низкочастотного бета-ритма (что сопровождается повышением ментальной активности в стрессогенных ситуациях) отмечается тенденция к снижению способности к операторской деятельности у представителей утреннего хронотипа. Наоборот, снижение частоты низкочастотного бета-ритма (что соответствует повышенной способности к выполнению стандартных, рутинных заданий) сопровождается повышением способности к операторской деятельности. Таким образом, наибольшую эффективность представители утреннего хронотипа демонстрируют в условиях монотонного и стереотипного труда.

Полученные результаты позволяют рекомендовать представителей утреннего хронотипа в качестве оптимальных кандидатов для операторских профессий, как наиболее стрессоустойчивых, обладающих на фоне представителей аритмичного и вечернего хронотипов более высоким уровнем адаптационных резервов и работоспособности.

Таким образом, предложенные алгоритмы оценки профессионально важных качеств по параметрам ЭЭГ у операторов с различным хронотипом помогут оптимизировать профессиональный отбор персонала для систем «человек-машина» и снизить аварийность на потенциально опасных объектах.

## ВЫВОДЫ

1. Психофизиологическое обеспечение эффективной профессиональной деятельности в системе человек-машина-среда в обычных и осложнённых условиях предусматривает в большинстве случаев принадлежность оператора к вечернему хронотипу в сочетании с наличием высокого уровня эмоционального интеллекта.

2. Операторы с вечерним хронотипом характеризуются высоким уровнем общего эмоционального интеллекта, в том числе его социального компонента, а также высоким уровнем общего психометрического интеллекта, включая его логическую составляющую, что обеспечивает повышенную стрессоустойчивость, а также способность эффективно осуществлять профессиональную деятельность в команде, как в рутинной практике, так и во время внештатных ситуаций.

3. При спокойном бодрствовании у операторов с аритмичным хронотипом спектральные параметры variability сердечного ритма соответствуют преобладанию тонуса симпатической нервной системы, что указывает на состояние психоэмоционального напряжения. Данные особенности характеризуют представителей аритмичного хронотипа в качестве менее предпочтительных кандидатов для операторских профессий.

4. В состоянии покоя микрогемодинамика у операторов с вечерним хронотипом характеризуются высокой сбалансированностью регуляторных механизмов за счёт значительного вклада дыхательного, вазомоторного и эндотелиального компонентов в регуляцию тонуса микроциркуляторного русла, в то

время как у операторов с аритмичным хронотипом отмечаются ослабление артериолярного сосудистого тонуса и явления застоя крови в веноулярном звене микроциркуляции. Данные особенности характеризуют представителей вечернего хронотипа в качестве предпочтительных кандидатов для операторской деятельности в условиях круглосуточного бодрствования.

5. При спокойном бодрствовании у операторов с утренним хронотипом регистрируется биоэлектрическая активность головного мозга, соответствующая состоянию напряжённого внимания, эмоционального возбуждения и умственного напряжения, в то время как у операторов с аритмичным хронотипом отмечаются признаки эпизодического микросна. Данные особенности позволяют рекомендовать представителей утреннего хронотипа для выполнения операторской деятельности при посменном графике работы с преимущественной нагрузкой в утренние часы.

6. Выявленные хронофизиологические и интеллектуальные особенности операторов являются неотъемлемыми составляющими эффективной профессиональной деятельности в системе человек-машина-среда, что позволяет рекомендовать их в качестве информативных критериев профессионального отбора.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С целью оптимизации профотбора лиц для операторских профессий целесообразно использовать хронотипологическую классификацию, что позволит современно выявлять наиболее перспективных кандидатов.

2. Предпочтительными кандидатами для выполнения операторской работы на потенциально опасных объектах являются представители вечернего и утреннего хронотипов, что необходимо учитывать на этапе профессиональной ориентации подростков.

3. В практике профотбора лиц на операторские профессии, а также при регулярных профобследованиях операторов рекомендуется применять методы лазерной доплеровской флоуметрии, спектрального анализа variability сердечного ритма и электроэнцефалографии для прогнозирования профпригодности и стрессоустойчивости, а также для оценки функционального состояния организма и определения степени напряжённости регуляторных систем.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи, опубликованные в журналах, рецензируемых ВАК Минобрнауки России

1. Плотникова, А. В. Типологические особенности интеллекта и биоэлектрической активности головного мозга у лиц с разным хронотипом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин, Р. Е. Ахундова // Вестник ВолгГМУ. – 2015. – № 1. – С. 58-61.
2. Плотникова, А. В. Типологические особенности биоэлектрической активности головного мозга, сердечного ритма и интеллекта у операторов с различным хронотипом / А. В. Плотникова, С. В. Клаучек, Р. А. Кудрин, Е. В. Лифанова, Р. Е. Ахундова, И. В. Хвастунова // Врач-аспирант. – 2015. – № 6.1 (73). – С. 159-165.
3. Плотникова, А. В. Типологические особенности биоэлектрической активности головного мозга и вегетативного статуса у лиц с разным хронотипом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин, И. В. Хвастунова, М. Ю. Будников // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5 (47). – Ч. 5. – С. 170-174.
4. Плотникова, А. В. Биоэлектрическая активность головного мозга у операторов с разным хронотипом / Р. А. Кудрин, Е. В. Лифанова, А. В. Плотникова // Вестник ВолгГМУ. – 2019. – № 2. – С. 116-119.

**Статьи, опубликованные в центральной и местной печати**

1. Плотникова, А. В. Эмоциональный интеллект человека-оператора / Р. А. Кудрин, Е. В. Лифанова, А. В. Плотникова, М. Ю. Будников // В сборнике: Материалы XXII Съезда физиологического общества имени И.П. Павлова. – 2013. – С. 271.
2. Плотникова, А. В. Хронофизиологические особенности операторов с различным интеллектом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин // Материалы XIX региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. – 2014. – С. 42-43.
3. Плотникова, А. В. Особенности интеллекта и физиологического обеспечения операторской деятельности у лиц с разным хронотипом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин, А. В. Егорова // Материалы 73-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ с международным участием «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины», посвященной 80-летию ВолгГМУ. – 2015. – С. 7-9.
4. Плотникова, А. В. Типологические особенности сердечного ритма в обычных условиях у лиц с различным хронотипом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин, Е. В. Лифанова, Г. В. Гончаров // Евразийский Союз Учёных (ЕСУ): Материалы XV международной научно-практической конференции: «Современные концепции научных исследований». – 2015. – № 6 (15). – Ч. 4. – С. 65-67.
5. Плотникова, А. В. Типологические особенности сердечного ритма и интеллекта у операторов с различным хронотипом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин, И. В. Томарева // МНИ «Educatio»: Материалы XIII международной научно-практической конференции: «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия». – 2015. – № 6 (13). Ч. 2. – С. 118-121.
6. Плотникова, А. В. Особенности интеллекта у операторов с различным хронотипом / А. В. Плотникова, Р. А. Кудрин // МНО «Inter-Medical»: Материалы XIII международной научно-практической конференции: «Теоретические и

практические аспекты развития научной мысли: Медицинские науки, Фармацевтические науки, Ветеринарные науки, Биологические науки, Химические науки». – 2015. – № 7 (13). – Ч. 2. – С. 31-34.

7. Плотникова, А. В. Вегетативный статус лиц с различным хронотипом/ Р. А. Кудрин, Е. В. Лифанова, А. В. Плотникова // Федеральный центр науки и образования «Эвенсис»: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции: «Приоритетные задачи и стратегии развития медицины и фармакологии». – 2016. – № 1. – С. 24-26.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, В. Н. Организационная психология, организационная культура и культура безопасности в атомной энергетике / В. Н. Абрамова. Монография. – М.: Технетика. – 2011. – 314 с.
2. Абрамович, С. Г., Машанская, А. В., Дробышев, В. А., Долбилкин, А. Ю. Вариабельность типов микроциркуляции у здоровых людей и больных артериальной гипертонией / С. Г. Абрамович, А. В. Машанская, В. А. Дробышев, А. Ю. Долбилкин // Сибирский медицинский журнал. – 2013. – Т. 92. – № 2. – С. 57-59.
3. Агузумцян, Р. В., Папоян, В. Р., Галстян, А. С., Мурадян, Е. Б., Саргсян, Д. Ю., Амирян, Ц. С. Психологическая безопасность личности в профессиональной деятельности / Р. В. Агузумцян, В. Р. Папоян, А. С. Галстян, Е. Б. Мурадян, Д. Ю. Саргсян, Ц. С. Амирян // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. – М.: Институт психологии РАН. – 2018. – С. 191-213.
4. Акимова, Т. А. Техногенные аварии и катастрофы / Т. А. Акимова // Энергия: экономика, техника, экология. – 2009. – С. 22-27.
5. Алекперов, Р. Т., Старовойтова, М. Н. Синдром Рейно в практике терапевта / Р. Т. Алекперов, М. Н. Старовойтова // Русский медицинский журнал. – Москва: ООО «ПРАЙМ – МЕДИА». – 2010. – № 27. – С. 16-95.
6. Александров, М. В., Иванов, Л. Б., Лытаев, С. А., Чёрный, В. С., Александрова, Т. В., Чухловин, А. А., Костенко, И. А., Повалюхина, Е. С.

Электроэнцефалография. – Санкт-Петербург: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего». – 2018. – 205 с.

7. Алефиренко, В. М. Инженерная психология. Конспект лекций. / В. М. Алефиренко. – Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – 2008. – 230 с.

8. Аминова, Г. Г. Морфологические основы регуляции кровотока в микроциркуляторном русле / Г. Г. Аминова // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2003. – № 4. – С. 80-84.

9. Андрюшина, Л. О., Чернецкая, Е. Д., Белых, Т. В. Система психофизиологического обеспечения профессиональной надёжности персонала атомных станций / Л. О. Андрюшина, Е. Д. Чернецкая, Т. В. Белых // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. – М.: Институт психологии РАН. – 2018. – С. 395-418.

10. Анохин, П. К. Изучение деятельности мозга и будущее человека / П. К. Анохин // Научно-техническая революция и человек. – М.: Медицина. – 1977. – 155 с.

11. Ариничева, О. В., Герасименкова, А. Е., Малишевский, А. В., Чепик, М. Г. Возможные пути повышения надёжности профессионального психологического отбора диспетчеров управления воздушным движением / О. В. Ариничева, А. Е. Герасименкова, А. В. Малишевский, М. Г. Чепик // Надёжность. – 2018. – Том 18 – № 1 (64). – С. 38-45.

12. Бабошина, Н. В., Тихомирова, И. А., Малышева, Ю. В. Возрастные особенности микроциркуляции у детей младшего школьного возраста / Н. В. Бабошина, И. А. Тихомирова, Ю. В. Малышева // Журнал медико-биологических исследований. – 2016. – С. 13-21.

13. Баевский, Р. М., Иванов, Г. Г., Чирейкин, Л. В. и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2002. – № 24. – С. 9.

14. Баевский, Р. М., Кириллов, О. Н., Клецкин, С. З. Математический анализ ЭКГ при стрессе. – М.: Наука. – 1984. – 225 с.
15. Баевский, Р. М. Вариабельность сердечного ритма в космической медицине / Р. М. Баевский // Материалы VI всероссийского симпозиума «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». – Ижевск: Удмуртский университет. – 2016. – С. 15-20.
16. Бартов, А. Д., Зотов, А. И. Анализ результатов рубежного контроля (рейтинга) с использованием метода ранговой корреляции Спирмена / А. Д. Бартов, А. И. Зотов // Молодой исследователь Дона. – 2016. – № 1 (1). – С. 1-2.
17. Бархатов, И. В. Применение лазерной доплеровской флоуметрии для оценки нарушений системы микроциркуляции крови человека / И. В. Бархатов // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Вып. 1. – Т. 95. – С. 63-69.
18. Батуев, А. С. Введение в физиологию сенсорных систем. – М.: Высшая школа. – 1983. – 247 с.
19. Беар, Ж.-М., Евсикова, Н., Андре, К., Киселёва, К. Два теста: узнайте ваши IQ и EQ / Ж.-М. Беар, Н. Евсикова, К. Андре, К. Киселёва // Psychologies. – 2007. – № 18 (приложение). – С. 24-33.
20. Березный, Е. А., Рубин, А. М., Утехина, Г. А. Практическая ритмография. // СПб.: НПП «Нео». – 2005. – 139 с.
21. Берлогина С.Ю., Герасимова Л.И. Вегетативная регуляция в системе кровообращения у лиц в раннем восстановительном периоде ишемического гемодинамического инсульта // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 10-3. – С. 477-480.
22. Бовин, В. Г. Анализ скорости оператора с помощью нейрофизиологических методов / В. Г. Бовин // Психофизиологические методы восприятия и памяти. – М. – 1981. – С. 206-214.
23. Бодров, В. А. Актуальные проблемы психологии труда, инженер-

ной психологии и эргономики. Выпуск 2 // Институт психологии РАН. – 2011. – 624 с.

24. Бойко, Е. И. Время реакции человека. – М.: Медицина. – 1964. – 440 с.

25. Бойцова, Ю. А., Данько, С. Г., Соловьёва, М. Л. ЭЭГ-корреляты ментального внимания модифицируются режимом предъявления конкретизирующих зрительных сигналов / Ю. А. Бойцова, С. Г. Данько, М. Л. Соловьёва // Физиология человека. – М.: Российская академия наук. – 2018. – № 5. – Т. 44. – С. 123-128.

26. Борисов, А. В., Чернышов, С. М. Исследование профессиональной деятельности специалистов полевых узлов связи / А. В. Борисов, С. М. Чернышов // Международный научно-исследовательский журнал. Research journal of international Studies. – 2013. – Часть 4. – № 7(14). – С.69-71.

27. Бурлачук, Л. Ф. Психодиагностика // СПб.: Питер. – 2006. – 351 с.

28. Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии // Вестник аритмологии. – 1999. – № 11. – С. 53-78.

29. Васильев, А. В. Человеческий фактор как причина аварийности и травматизма на производстве и его анализ на основе принципов системного подхода к обеспечению безопасности / А. В. Васильев, Д. В. Аношкин // Безопасность труда в промышленности. – М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Гортехнадзора России». – 2010. – № 11. – С. 22-25.

30. Вейн, А. М. Вегетативные расстройства / А. М. Вейн – М.: Мед. информ. агентство. – 2003. – 400 с.

31. Воробьёва, Н. В., Дьяконова, Е. Н., Макерова, В. В., Тычкова, Н. В. Особенности микроциркуляторных нарушений у больных в раннем и позднем

восстановительных периодах ишемического инсульта / Н. В. Воробьева, Е. Н. Дьяконова, В. В. Макерова, Н. В. Тычкова // Кубанский научный медицинский вестник. – Краснодар: Кубанский государственный медицинский университет. – 2018. – Том 25. – № 1. – С. 67-72.

32. Воронин, А. А. Интраоперационная профилактика инфекционно-воспалительных осложнений эндоскопических операций у больных с доброкачественной гиперплазией предстательной железы / Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. – Барнаул. – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный медицинский университет» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию. – 2007. – 196 с.

33. Воронин, В. М. Психология решения оперативных задач в больших системах. Диагностика функционального состояния и обучение операторов / В. М. Воронин; монография. – Екатеринбург: УрГУПС. – 2016. – 249 с.

34. Воскресенская, Н. В. Обеспечение надежности человеческого фактора при эксплуатации АЭС / Н. В. Воскресенская // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. – М.: Институт психологии РАН. – 2018. – С. 419-430.

35. Голиков, Ю. Я. Методологические и теоретические проблемы психологии. Теоретические основания проблем взаимодействия человека и техники / Ю. Я. Голиков // Психологический журнал. – Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара. – 2000. – Т. 21. – № 5. – С. 5-13.

36. Гоулман, Д. Эмоциональный интеллект / Д. Гоулман; пер. с англ. А. П. Исаевой. – М.: АСТ Москва. – 2009. – 478 с.

37. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект в бизнесе. / М.: Манн, Иванов и Фербер. – 2013. – 570 с.

38. Григорьев, Г. И., Джафарзаде, Р. М., Малишевский, А. В., Михайлик, Н. Ф. Оценка психологической устойчивости пилота в экстремальных ситуациях / Г. И. Григорьев, Р. М. Джафарзаде, А. В. Малишевский, Н. Ф. Ми-

хайлик // Вестник психотерапии. – 2006. – № 16 (21). – С. 73-86.

39. Гурфинкель, В. С., Левик, Ю. С. Система внутреннего представления и управление движениями / В. С. Гурфинкель, Ю. С. Левик // Вестник РАН. – 1995. – Т. 65. – № 1. – С. 29.

40. Данилова, Н. Н. Активность мозга и её изучение в психофизиологической школе Е. Н. Соколова / Н. Н. Данилова // Вестник Московского университета. Серия 14 – Психология. – 2010. – № 4. – С. 79-108.

41. Данько, С. Г., Старченко, М. Г., Бехтерева, Н. П. Локальная и пространственная синхронизация ЭЭГ при выполнении теста на инсайтную стратегию решения творческих вербальных задач / С. Г. Данько, М. Г. Старченко, Н. П. Бехтерева // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 4. – С. 129-132.

42. Дмитриева, М. А., Крылов, А. А., Нафтельев, А. И. Психология труда и инженерная психология / М. А. Дмитриева, А. А. Крылов, А. И. Нафтельев. – ЛГУ. – 2005. – 220 с.

43. Дорохов, В. Б. Сомнология и безопасность профессиональной деятельности / В. Б. Дорохов // Журнал высшей нервной деятельности. – 2013. – № 63 (1). – С. 33-47.

44. Дружинин, В. Н. Психология общих способностей / СПб: «Питер». – 2007. – С. 27-28.

45. Душков, Б. А. Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика / Б. А. Душков, А. В. Королёв, Б. А. Смирнов. – Издательство: Академический проект. – 2005. – 848 с.

46. Дуюнов, Е. А., Абдулазизов, В. Р. Влияние факторов профессиональной деятельности на работоспособность и состояние здоровья военнослужащих операторского профиля / Е. А. Дуюнов, В. Р. Абдулазизов // Гуманитарный вестник военной академии ракетных войск стратегического назначения. – Балашиха: Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого. – 2017. – № 3 (7). – С. 32-35.

47. Дьяков, А. Ф. Техногенные катастрофы в тепловой и атомной энер-

гетике. Прочностный анализ. Инженерная психология. Новые технологии и их предотвращения / А. Ф. Дьяков. – М.: Инновационное машиностроение. – 2016. – 614 с.

48. Ермаченко, Н. С., Ермаченко, А. А., Латанов, А. В. Десинхронизация ЭЭГ на частоте альфа-ритма как отражение процессов зрительного селективного внимания / Н. С. Ермаченко, А. А. Ермаченко, А. В. Латанов // Физиология человека. – М.: Российская академия наук. – 2011. - № 6. – Т. 37. – С. 18-27.

49. Ерофеев, Н. П. Физиология центральной нервной системы: учебное пособие / Н. П. Ерофеев. – Санкт-Петербург: СпецЛит. – 2014. – 191 с.

50. Закарян, К. А. Эмоциональный интеллект как разновидность человеческого капитала и исследования на тему эмоционального интеллекта / К. А. Закарян // Актуальные научные исследования в современном мире. – Переяслав-Хмельницкий: Общественная организация: «Институт социальной трансформации». – 2018. – № 6-4 (38). – С. 124-127.

51. Зенков, Л. Р., Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л. Р. Зенков. – 9-е изд. – М.: МЕДпрессинформ. – 2018. – 360 с.

52. Иванов, А. А. Модернизация промышленных предприятий на базе современных систем автоматизации и управления. Учебное пособие / А. Иванов. – 2015. – Издательство: Форум АСУ.

53. Иванов, Л. Б. Психофизиологическое толкование функционального состояния головного мозга по электроэнцефалограмме / Л. Б. Иванов // Вестник клинической нейрофизиологии. – 2016. – № 1 (4). – С. 5-26.

54. Кальниш, В. В., Швец, А. В. Информационная технология психофизиологического обеспечения высокой надёжности операторской деятельности / В. В. Кальниш, А. В. Швец // Кибернетика и вычислительная техника. – Киев: «Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины». – 2014. – № 3 (177). – С. 54-67.

55. Карпов, А. В. Психология труда: учебник для бакалавров / А. В. Карпов. – М.: «Юрист». – 2013. – 350 с.
56. Кирой, В. Н., Асланян, Е. В., Бахтин, О. М., Миняева, Н. Р., Лазуренко, Д. М. ЭЭГ-корреляты функционального состояния пилотов в динамике тренажёрных полётов / В. Н. Кирой, Е. В. Асланян, О. М. Бахтин, Н. Р. Миняева, Д. М. Лазуренко // Журнал высшей нервной деятельности. – 2015. – Т. 65. – № 1. – С. 5-13.
57. Кирячков, Ю. Ю., Хмелевский, Я. М., Воронцова, Е. В. Компьютерный анализ variability сердечного ритма: методики, интерпретация, клиническое применение / Ю. Ю. Кирячков, Я. М. Хмелевский, Е. В. Воронцова // Анестезиология и реаниматология. – 2000. – № 2. – С. 56-61.
58. Кирячков, Ю. Ю., Глазов, А. Ю. Функциональное состояние автономной нервной системы и динамика потребления кислорода периферическими тканями - маркеры эффективности медикаментозной седации // Ю. Ю. Кирячков, А. Ю. Глазов // Вестник интенсивной терапии. – М.: ООО «Витер». – 2010. – № 3. – С. 40-44.
59. Киселев, А. С. Промышленная безопасность опасных производственных объектов // 2017. – Альфа-Пресс.
60. Клаучек, С. В. Методы повышения психической работоспособности летного состава / С. В. Клаучек. – М: ЦНИИАГ – 1980. – 46 с.
61. Козлов, В. И. Микроциркуляция крови: оценка состояния и диагностика расстройств капиллярного кровотока / В. И. Козлов // Тезисы докладов V всероссийской школы-конференции с международным участием. – Москва. – 2012. – 110 с.
62. Козлов, В. И. Система микроциркуляции крови: клинкоморфологические аспекты изучения / В. И. Козлов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – № 1. – С. 84-101.
63. Козлов, В. И., Азизов, Г. А., Гурова, О. А., Литвин, Ф. Б. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуля-

ции крови / В. И. Козлов, Г. А. Азизов, О. А. Гурова, Ф. Б. Литвин // Методическое пособие для врачей. – Москва. – 2012. – С. 12-15.

64. Колесникова, А. А., Чулкова, В. Е., Ивакина, Е. Г., Тихненко, В. Г. Влияние различных личностных факторов на пригодность к работе операторов сельскохозяйственных машин // Особенности современного этапа развития естественных и технических наук. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Белгород: ООО «Агентство перспективных научных исследований». – 2018. – С. 90-93.

65. Коннов, Д. Ю., Коннов, Ю. А., Лукьянов, С. А., Шаповалов, К. Г. Закономерности изменений микроциркуляции при острой общей холодовой травме / Д. Ю. Коннов, Ю. А. Коннов, С. А. Лукьянов, К. Г. Шаповалов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2017. – Т. 16. – № 3 (63). – С. 26-30.

66. Коптюх, Н. А. Немецкий «Берлин» – советский «Адмирал Нахимов»: хроника и тайны кораблекрушения. – Ставрополь. – 2005. – 160 с.

67. Корж, Т. В. Реабилитация лиц, занимающихся операторской деятельностью, средствами физической культуры и массажа / Т. В. Корж // Сборник: Офтальмология на рубеже веков. Юбилейная научная конференция, посвященная 80-летию проф. В. В. Волкова. – Санкт-Петербург: Главное военно-медицинское управление Министерства обороны РФ. – 2001. – С. 44-45.

68. Костандов, Э. А., Черёмушкин, Е. А., Петренко, Н. Е., Яковенко, И. А. Ослабление нисходящих тормозных влияний из префронтальной коры в условиях увеличения нагрузки на рабочую память у студентов с трудностями обучения / Э. А. Костандов, Е. А. Черёмушкин, Н. Е. Петренко, И. А. Яковенко // Физиология человека. – М.: Российская академия наук. – 2018. – № 1. – Т. 44. – С. 12-19.

69. Костенецкий, М. И. Чернобыль-1986: Как это было / М. И. Костенецкий // Мелитопольский краеведческий журнал. – 2016. – № 7. – С. 3-9.

70. Крайторов, А. Н. Эмоциональный интеллект как интегративный

феномен психологического знания в структуре социального и общего интеллекта / А. Н. Крайторов // Научный альманах. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком». – 2017. – № 4-2 (30). – С. 212-215.

71. Кречина, Е. К., Козлов, В. И, Маслова, В. В. Микроциркуляция в тканях десны пародонта. — М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2007. — 80 с.

72. Кропотов, Ю. Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы и нейротерапия // Донецк: Издатель Заславский А. Ю. – 2010. – 512 с.

73. Крупаткин, А. И. Колебания кровотока – новый диагностический язык в исследовании микроциркуляции / А. И. Крупаткин // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – Санкт-Петербург: Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова. – 2014. – Т. 13. – № 1 (49). – С. 83-99.

74. Крупаткин, А. И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: руководство для врачей // М.: ОАО «Изд-во Медицина». – 2012. – 256 с.

75. Крупаткин, А. И., Сидоров, В. В., Меркулов, М. В. Функциональная оценка периваскулярной иннервации конечностей с помощью лазерной доплеровской флоуметрии / А. И. Крупаткин, В. В. Сидоров, М. В. Меркулов // Физиология человека – 2004. – № 1. – С. 99-104.

76. Крылов, К. М., Юрова, Ю. В., Крылов, П. К., Орлова, О. В. Лазерная доплеровская флоуметрия в комбустиологии / К. М. Крылов, Ю. В. Юрова, П. К. Крылов, О. В. Орлова // Скорая медицинская помощь. – Санкт-Петербург: Российское общество скорой медицинской помощи. – 2017. – Т. 18. – № 1. – С. 29-33.

77. Кудрин, Р. А. Влияние эмоционального и психометрического интеллекта на эффективность работы операторов потенциально опасных объектов / Р. А. Кудрин // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – Волгоград: ВолГМУ. – 2011. – № 3. – С. 62-65.

78. Кузьменко, М. Д. Критерии и показатели профессиональной при-

годности специалистов операторского профиля в особых условиях деятельности / М. Д. Кузьменко // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. – 2013. – № 1 (12). – С. 125-128.

79. Куприянович, Л. И. Биологические ритмы и сон // Москва: Наука. – 1976. – 120 с.

80. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей. / Под ред. А. И. Крупаткина, В. В. Сидорова. – М. – 2005. – 60 с.

81. Лёвин, В. П., Неймарк, А. И., Тачалов, М. А., Лапий, Г. А. Оценка состояния микроциркуляторного русла до и после проведения сеанса HIFU-терапии в лечении локализованного рака предстательной железы с помощью лазерной доплеровской флоуметрии и цветового доплеровского картирования / В. П. Лёвин, А. И. Неймарк, М. А. Тачалов, Г. А. Лапий // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1 (часть 9). – С. 1861-1863.

82. Лукьянова, Л. М. Оценка эффективности деятельности в условиях автоматизированной информационной системы / Л. М. Лукьянова // Материалы IV Международного Балтийского морского форума. – Калининград: Калининградский государственный технический университет. – 2018. – С. 977-983.

83. Лурия, А. Р. Лекции по общей психологии. – СПб.: Питер. – 2004. – С. 171-176.

84. Макеева, В. С. Профилактика заболеваний женщин – сотрудников ОВД, занятых операторской деятельностью / В. С. Макеева // Актуальные проблемы физической культуры и спорта курсантов, слушателей и студентов (сборник статей). – Орел: Орловский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. В. В. Лукьянова. – 2015. – С. 36-38.

85. Максумова, Н. В. Оценка вегетативного тонуса и уровня адаптации на основании комплексного анализа показателей variability ритма сердца / Н. В. Максумова // Казань: Практическая медицина. – 2015. – № 3 (88). – Т. 1. – С. 46-51.

86. Малюга, О. М., Невская, О. В. Применение кардиоинтервалографии для оценки тяжести состояния новорождённых / О. М. Малюга, О. В. Невская // Бюллетень медицинской науки. – 2018. – № 1 (9). – С. 83-85.

87. Манойлова, М. А. Авторская методика диагностики эмоционального интеллекта – МЭИ / М. А. Манойлова // Акмеология. Методологические и методические проблемы – М.: Научно-исследовательский институт школьных технологий. – Выпуск 11. – 2006. – С. 99-104.

88. Манцкава, М. М. Новый неинвазивный метод оценки коэффициента микроциркуляции / М. М. Манцкава // Российский журнал биомеханики. – 2016. – Т. 20 – № 1. – С. 70-76.

89. Мартусевич, А. К., Перетягин, С. П., Жукова, Н. Э. Оценка уровня кардиореспираторной синхронизации при интоксикации организма / А. К. Мартусевич, С. П. Перетягин, Н. Э. Жукова // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – Благовещенск: «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания». – 2012. – № 43. – С. 89-92.

90. Мартынова, О. В., Портнова, Г. В., Балаев, В. В., Иваницкий, А. В. Сравнительный анализ активности головного мозга при вербальном и пространственном мышлении в норме и у пациентов с нарушениями речи / О. В. Мартынова, Г. В. Портнова, В. В. Балаев, А. В. Иваницкий // Журнал высшей нервной деятельности. – 2016. – Т. 66. – № 3. – С. 313-326.

91. Матрёнин, Д. И., Харитонов, И. В. Эмоциональный интеллект как ресурс социально-психологической адаптации / Д. И. Матрёнин, И. В. Харитонов // UNIVERSUM: Психология и образование. – М.: ООО «Международный центр науки и образования». – 2019. – № 1 (55). – С. 13-15.

92. Машин, В. А. Культура безопасности: система учёта опыта эксплуатации / В. А. Машин // Электрические станции. – 2017. – № 7. – С. 2-15.

93. Медведев, С. В., Киреев, М. В., Коротков, А. Д. Организация нейрональных систем обеспечения целенаправленной деятельности человека: новые данные / С. В. Медведев, М. В. Киреев, А. Д. Коротков // Физиология че-

- ловека. – М.: Российская академия наук. – 2018. – № 4. – Т. 44. – С. 131-136.
94. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – 2002. – С. 4.
95. Мосалева, Е. А., Невечеря, О. В., Бабич, Ю. В., Мищенко, Т. А., Кусакина, Е. В. Обеспечение надёжности человеческого фактора на Ростовской АЭС / Е. А. Мосалева, О. В. Невечеря, Ю. В. Бабич, Т. А. Мищенко, Е. В. Кусакина // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. – М.: Институт психологии РАН. – 2018. – С. 444-462.
96. Найденова, Л. И. Инженерная психология / Л. И. Найденова. – Пенза: Пенз. ГТУ. – 2014. – 99 с.
97. Невровский, В. А. Обитаемость рабочих мест. Учебное пособие / М.: Инфра-М. – 2015. – 135 с.
98. Неймарк, А. И., Раздорская, М. В. Недержание мочи у женщин / Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». – 2013. – С. 86-90.
99. Нерсесян, Л. С. Роль интеллектуально-мыслительного компонента в различных видах операторской деятельности / Л. С. Нерсесян // Педагогическое образование и наука. – М.: Некоммерческое партнерство «Международная академия наук педагогического образования». – 2012. – № 8. – С. 28-32.
100. Никитин, Е. С., Малышев, А. Ю., Балабан, П. М., Волгушев, М. А. Физиологические аспекты применения модели генерации потенциала действия Ходжкина-Хаксли для нейронов беспозвоночных и позвоночных животных / Е. С. Никитин, А. Ю. Малышев, П. М. Балабан, М. А. Волгушев // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – М.: Российская академия наук. – 2016. – № 3. – Т. 66. – С. 279-288.
101. Осипова, А. С., Федотов, С. Н. Влияние эмоционального интеллекта на личностную надежность сотрудников ОВД – выпускников образовательных организаций МВД России / А. С. Осипова, С. Н. Федотов // Психопедagogика в правоохранительных органах. – Омск: Омская академия Министерства внутренних дел Российской Федерации. – 2015. – № 1 (60). – С. 7-12.

102. Петренко, Н. В., Пятикопов, С. М. Психологические аспекты в обеспечении безопасности труда / Н. В. Петренко, С. М. Пятикопов // АПК Ставрополя. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. – №1 (17). – С. 58-63.

103. Петров, А. М., Гиниатуллин, А. Р. Нейробиология сна: современный взгляд: Учебное пособие / Казань: КГМУ. – 2012 – 109 с.

104. Петухов, И. В. Модель и система оценки успешности операторской деятельности в человеко-машинных системах управления / И. В. Петухов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2011. – № 3. – С. 156-162.

105. Платонова, А. В. Основы инженерной психологии / А. В. Платонова // Учебное пособие. – Изд. 2-е. – Томск: ТГАСУ. – 2016. – 126 с.

106. Поленов, С. А. Основы микроциркуляции / С. А. Поленов // Региональное кровообращение и микроциркуляция. – 2008. – № 1. – С. 5-19.

107. Практикум по валеологии для высших учебных заведений / под ред. Г. А. Кураева. Ростов н/Д: ООО ЦВВР. – 2002. – 252 с.

108. Программное обеспечение «Нейрон-Спектр». Руководство пользователя. / Иваново: ООО «Нейрософт». – 2006. – 352 с.

109. Пронтенко, К. В. Динамика показателей физического развития и функционального состояния курсантов ВВУЗ операторского профиля на этапе первоначального обучения под воздействием занятий гиревым спортом / К. В. Пронтенко // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – Харьков: Харьковское областное отделение Национального олимпийского комитета Украины. – 2008. – № 5. – С. 111-115.

110. Путилов, А. А. «Совы», «жаворонки» и другие люди. О влиянии наших внутренних часов на здоровье и характер. Изд. 2-е доп. и переработанное / А. А. Путилов – Новосибирск: Сибирское университетское издательство. – 2003. – 608 с.

111. Россинская, С. В. Чернобыль: как это было? Тайна XX века: литературный вечер в библиотеке «Фолиант» МУК ТБК в память о 25-летию со дня

аварии на Чернобыльской АЭС / С. В. Россинская // Ваша библиотека. – 2011. – № 10. – С. 48-55.

112. Салова, Ю. П. Биологические ритмы спортсменов, развивающих выносливость / Ю. П. Салова // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта». – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 212-221.

113. Саркисов, К. Г., Дужак, Г. В. Лазерная доплеровская флоуметрия как метод оценки состояния кровотока в микрососудах / К. Г. Саркисов, Г. В. Дужак // Методология флоуметрии. – 1999. – №. – С. 9-14.

114. Свидерская, Н. Е., Антонов, А. Г. Влияние индивидуально-психологических характеристик на пространственную организацию ЭЭГ при невербально-дивергентном мышлении / Н. Е. Свидерская, А. Г. Антонов // Физиология человека. – 2008. – № 34(5). – С. 34-43.

115. Северов, А. А. Особенности психофункциональных реакций на стрессогенные воздействия и их направленная коррекция у молодых людей / А. А. Северов // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. – Волгоград. – 2009. – 24 с.

116. Седов, В. М., Смирнов, Д. А. Микроциркуляторный кровоток к кишечной стенке при острой кишечной непроходимости / В. М. Седов, Д. А. Смирнов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2002. – № 2. – С. 50-56.

117. Сидоров, В. В. Комплексный анализ гемодинамических ритмов / В. В. Сидоров // Материалы III Всероссийского симпозиума «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике». – Москва. – 2000. – С. 16-18.

118. Сидоров, В. В., Сахно, Ю. Ф. Возможности метода лазерной доплеровской флоуметрии для оценки состояния микроциркуляции крови / В. В.

Сидоров, Ю. Ф. Сахно // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2003. – № 2. – С. 122-127.

119. Снежицкий, В. А. Методологические аспекты анализа variability сердечного ритма в клинической практике / В. А. Снежицкий // Медицинские новости. – 2004. – № 9. – С. 37-43.

120. Станкевич, А. В., Ахапкина, А. А., Тихомирова, И. А. Функциональные пробы в оценке резервных возможностей кровотока у спортсменов / А. В. Станкевич, А. А. Ахапкина, И. А. Тихомирова // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 4. – Том III (Естественные науки). – С. 190-194.

121. Старченко, М. Г. Исследование нейрофизиологического обеспечения параметров вербальной креативности – беглости, гибкости, оригинальности. Сообщение 1. – Данные электроэнцефалографического исследования / М. Г. Старченко // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург: Соколова Марина Владимировна. – 2018. – № 1-2 (67). – С. 84-87.

122. Степанова, С. И. с соавт. Оценка качества деятельности в аспекте проблемы индивидуальной стрессоустойчивости оператора / Институт медико-биологических проблем РАН. – М., 2008. – Том 42. – № 2. – С. 32-35.

123. Степанова, С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации; Межвед. науч. совет АН СССР и АМН СССР по фундам. пробл. Медицины. – М.: Наука, 1986. – 239 с.

124. Степнова, Л. А., Бабаскин, Д. В. Теоретические аспекты изучения взаимосвязи креативности и уровня эмоционального интеллекта / Л. А. Степнова, Д. В. Бабаскин // Молодой учёный. – Казань: ООО «Издательство Молодой Учёный». – 2019. – № 4 (242). – С. 171-173.

125. Сурнина, О. Е. Тип работоспособности и психофизиологические особенности человека / О. Е. Сурнина // Психологический вестник Уральского государственного университета. Вып. 7. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета. – 2009. – С. 209-222.

126. Суходольский, Г. В. Инженерно-психологическая экспертиза до-

рожно-транспортных происшествий / Г. В. Суходольский // Институт Прикладной Психологии «Гуманитарный Центр». – Харьков, 2006. – 156 с.

127. Таранов, А. О. Пучкова, А. Н., Лемешко, К. А., Дорохов, В. Б. Генетические исследования циркадных ритмов работников, занятых операторской деятельностью / А. О. Таранов, А. Н. Пучкова, К. А. Лемешко, В. Б. Дорохов // Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М. А. Шолохова. Педагогика и психология. – 2014. – № 4. – С. 74-83.

128. Тебенова, К. С. Ильясова, Б. И., Заркенова, Ж. Т., Заркенова, Л. С. Функциональное состояние системы кровообращения у работников видеодисплейных терминалов в динамике смены / К. С. Тебенова, Б. И. Ильясова, Ж. Т. Заркенова, Л. С. Заркенова // Успехи современного естествознания. – Пенза: Издательский дом «Академия естествознания». – 2015. – № 1-3. – С. 382-386.

129. Терехин, С. С., Тихомирова, И. А. Оценка микроциркуляции у лиц с разным уровнем резерва кровотока методом лазерной доплеровской флоуметрии и витальной биомикроскопии / С. С. Терехин, И. А. Тихомирова // Ярославский педагогический вестник (Естественные науки). – 2012. – Т. 3. – № 3. – С. 141-144.

130. Тимченко, Н. Н., Теленгатор, А. Я. Кардиоинтервалография у больных гипертонической болезнью / Н. Н. Тимченко, А. Я. Теленгатор // Новости медицины и фармации. Кардиология. – 2011. – № 374.

131. Ткаченко, Б. И. Нормальная физиология человека / Б. И. Ткаченко. – М.: Медицина. – 2005. – 928 с.

132. Украинцева, Ю. В., Русалова, М. Н. Психофизиологическая характеристика лиц с различной стрессоустойчивостью / Ю. В. Украинцева, М. Н. Русалова // Успехи физиологических наук. – 2006. – № 2 (Т. 37). – С. 19.

133. Украинцева, Ю. В., Полищук, А. А., Ткаченко, О. Н., Черёмушкин, Е. А., Лукьянова, Е. А., Дорохов, Е. Б. Применение во время дневного сна подпороговой электрокожной стимуляции с частотой 1 Гц привело к сокращению латентности парадоксального сна / Ю. В. Украинцева, А. А. Полищук, О. Н.

Ткаченко, Е. А. Черёмушкин, Е. А. Лукьянова, Е. Б. Дорохов // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – М.: Российская академия наук. – 2017. – № 2. – Т. 67. – С. 196-207.

134. Украинцева, Ю. В., Чеснокова, Т. Т. Индивидуальная склонность к активной либо пассивной реакции на эмоциональный стресс у лиц с разным уровнем кортизола в крови / Ю. В. Украинцева, Т. Т. Чеснокова // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – М.: Российская академия наук. – 2008. – Т. 58. – № 4. – С. 423-431.

135. Фаттахов, В. В., Максумова, Н. В. Неинвазивные методы выявления микроваскулярной патологии / В. В. Фаттахов, Н. В. Максумова // Практическая медицина. – Казань: Медицинский издательский дом «Практика». – 2018. – № 1 (112). – С. 43-48.

136. Фаттахов, В. В., Максумова, Н. В., Подольская, М. А., Погорельцев, В. И. Биофизические оздоровительные технологии и аппараты. Практическое руководство. – Казань. – 2017. – 128 с.

137. Федорович, А. А. Функциональное состояние регуляторных механизмов микроциркуляторного кровотока в норме и при артериальной гипертензии по данным лазерной доплеровской флоуметрии / А. А. Федорович // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2010. – Т. 9. – № 1 (33). – С. 49-60.

138. Фролов, М. В., Милованова, Г. Б. Операторская деятельность: характеристики движения век при монотонии / М. В. Фролов, Г. Б. Милованова // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2006. – № 5-6. – С. 57-64.

139. Фугелова, Т. А. Инженерная психология // – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 291 с.

140. Хаснулин, В. И., Хаснулина, А. В. Хронотип и устойчивость к психоэмоциональному стрессу в дискомфортных климатогеографических условиях / В. И. Хаснулин, А. В. Хаснулина // Фундаментальные исследования – Пенза: Издательский дом «Академия естествознания». – 2012. – № 12-1. – С. 154-

160.

141. Хаспекова, Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга / Н. Б. Хаспекова // Диссертация на соискание доктора медицинских наук. – 1996. – М.: Институт высшей нервной деятельности. – 236 с.

142. Ходырев, Г. Н., Циркин, В. И. Параметры основных ритмов ЭЭГ в фолликулярную и лютеиновую фазы менструального цикла / Г. Н. Ходырев, В. И. Циркин // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 6 (1). – С. 76.

143. Хромов-Борисов, Н. Н. Биостатистические программы свободного доступа / Н. Н. Хромов-Борисов // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 4 (78). – С. 154-159.

144. Цветкова, Н. Н. Техногенная катастрофа в Бхопале и риски глобализации / Н. Н. Цветкова // Восток. Афро-Азиатские общества: история и современность. – 2014. – № 6. – С. 76.

145. Цибульская, Н. Ю., Поликарпов, Л. С., Петрова, М. М. Клинико-гемодинамическая характеристика больных гипертонической болезнью с различными суточными биоритмами / Н. Ю. Цибульская, Л. С. Поликарпов, М. М. Петрова // Сибирский медицинский журнал. – Томск: Научно-исследовательский институт кардиологии Сибирского отделения РАМН. – 2013. – Т. 28. – № 1. – С. 34-38.

146. Чапкис, Д. Т. Гибель «Адмирала Нахимова». – Ростов-на-Дону. – 1995. – 608 с.

147. Чибисов, С. М., Катинас, Г. М., Рагульская, М. В. Биоритмы и космос: мониторинг космобиосферных связей / С. М. Чибисов, Г. М. Катинас, М. В. Рагульская. – М.: Монография. – 2013. – 442 с.

148. Широков, А. В., Игнашин, Е. А., Богатырев, Р. В. «Операторская» деятельность летного состава ВКС на примере вертолетчиков / А. В. Широков, Е. А. Игнашин, Р. В. Богатырев // Фундаментальные и прикладные научные ис-

следования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей победителей III международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и просвещение. – 2017. – С. 201-203.

149. Эдлунг, М. Время – деньги / М. Эдлунг. – М.: Эксмо. – 2004. – 352 с.

150. Ярушкин, Н. Н., Сатонина, Н. Н. Условия надёжности человеческого звена в системах «человек-машина» / Н. Н. Ярушкин, Н. Н. Сатонина // Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием «Человек в условиях неопределённости». – Самара: Самарский государственный технический университет. – 2018. – С. 183-186.

151. Яценко, М. В., Кайгородова, Н. З., Казин, Э. М., Фёдоров, А. И. ЭЭГ-корреляты влияния эндогенных и экзогенных факторов на умственную работоспособность студентов / М. В. Яценко, Н. З. Кайгородова, Э. М. Казин, А. И. Фёдоров // Физиология человека. – М.: Российская академия наук. – 2018. – № 6. – Т. 44. – С. 36-48.

152. Adan, A., Archer, S. N., Hidalgo, M. P., Di Milia, L., Natale, V., Randler, C. Circadian Typology: A Comprehensive Review / A. Adan, S. N. Archer, M. P. Hidalgo, L. Di Milia, V. Natale, C. Randler // Chronobiology International. – 2012. – № 299 – P. 1153-1175.

153. Aslanyan, E. V., Kiroy, V. N. Electroencephalographic Evidence on the Strategies of Adaptation to the Factors of Monotony / E. V. Aslanyan, V. N. Kiroy // Spanish Journal of Psychology. – 2009. – № 12(1). – P. 32–45.

154. Bar-On R. The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI) // Psicothema. – 2006. – 18(1).

155. Bergstrand, S., Lindberg, L. G., Ek, A. C. Blood flow measurement at different depths using photoplethysmography and laser Doppler techniques / S. Bergstrand, L. G. Lindberg, A. C. Ek. // Skin. Res. Technol. – 2009. – № 15. – P. 139-147.

156. Cattell, R. B. The birth of the Society of Multivariate Experimental Psy-

chology / R. B. Cattell // *Journal of the History of the Behavioral Sciences*. – 1990. – № 26. – P. 48-57.

157. Choi, C. M., Bennett, R. G. Laser Dopplers to determine cutaneous blood flow / C. M. Choi, R. G. Bennett // *Dermatological Surgery* – 2003. – № 29. – P. 272-280.

158. Di Milia, L., Adan, A., Natale, V., Randler, C. Reviewing the psychometric properties of contemporary circadian typology measures / L. Di Milia, A. Adan, V. Natale, C. Randler // *Chronobiology International*. – 2013. – № 30. – P. 1261-1271.

159. Fullerton, A., Stucker, M., Wilhelm, K. P. et al. Guidelines for visualization of cutaneous blood flow by laser Doppler perfusion imaging / A. Fullerton, M. Stucker, K. P. Wilhelm et al. // *Contact Dermatitis*. – 2002. – № 46. – P. 129-40.

160. Horne, J. A., Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms / J. A. Horne, O. Östberg // *International Journal of Chronobiology*. – 1976. – Vol. 4. – № 2. – P. 97-110.

161. Humeau, A., Steenbergen, W., Nilsson, H., Stromberg, T. Laser Doppler perfusion monitoring and imaging: novel approaches / A. Humeau, W. Steenbergen, H. Nilsson, T. Stromberg // *Med. Biol. Eng. Comput.* – 2007. – № 45. – P. 421-435.

162. Jausovec, N., Jausovec, K. EEG activity during the performance of complex mental problem / N. Jausovec, K. Jausovec // *Int. Journal Psychophysiology*. – 2000. – Vol. 36(1). – P. 73-88.

163. Kelly, R. I., Pearse, R., Bull, R. H., Leveque, J. L., de Rigal, J., Mortimer, P. S. The effects of aging on the cutaneous microvasculature // *Journal of the American Academy of Dermatology*. – 1995. – № 33. – P. 749-756.

164. Kraepelin, E. *Psychiatrie. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte*. Siebente, vielfach umgearbeitete Auflage. – 1903. – Leipzig: Barth Verlag. *Allgemeine Psychiatrie*.

165. Lehner, P., Deans, B. *In Deep Water: The Anatomy of a Disaster, the Fate of the Gulf, and How to End Our Oil Addiction*. — 2010. — 173 p.

166. Malik, M., Bigger, S. T., Camm, A. J. et al. Heart rate variability – standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use. (For the Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology) // *European Heart Journal*. – 1996. – Vol. 17. – P. 354-381.

167. Martindale, C., Hines, D. Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks / C. Martindale, D. Hines // *Biological Psychology*. – 1975. – Vol. 3. – P. 71-80.

168. Mayer, J. D., Salovey, P., Caruso, D., Cherkasskiy, L. What is emotional intelligence and why does it matter? // In R. J. Sternberg & J. Kaufman (Eds.), *The handbook of intelligence* (3rd Edition). – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011. – P. 528-549.

169. Michelson, E. R. Untersuchungen über die Tiefe des Schlafes // *Dissertation*. – 1891. – Dorpat (Tartu, Estonia): Schnakenburg's Buchdruckerei.

170. Molle, M., Marshall, L., Wolf, B., Fehm, H., Born, J. EEG complexity and performance measures of creative thinking / M. Molle, L. Marshall, B. Wolf, H. Fehm, J. Born // *Psychophysiology*. – 1999. – Vol. 36 (1). – P. 95-104.

171. Oehr, A. Experimentelle Studien zur Individualpsychologie / *Dissertation*. – 1889. – Tartu: Dorpat.

172. Osif, B. A., Baratta, A. J., Conkling, T. W. TMI 25 Years Later: The Three Mile Island Nuclear Power Plant Accident and its Impact. – University Park, Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press. – 2004. – 195 p.

173. Paine, S. J., Gander, P. H., Travier N. The epidemiology of morningness/eveningness: influence of age, gender, ethnicity and socioeconomic factors in adults (30–49 years) // *J. Biol. Rhythms*. – 2006. – Vol. 21 (1). – P. 68-76.

174. Perkiomaki, J. S., Makikallio, T. H., Huikuri, H. V. Fractal and complexity measures of heart rate variability // *Clin. Exp. Hypertens*. – 2005. – Vol. 27. – № 2-3. – P. 149-158.

175. Petsche, H. Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG

coherence analysis / H. Petsche // *Int. Journal of Psychophysiology*. – 1996. – Vol. 24 (2). – P. 145-159.

176. Petsche, H., Kaplan, S., von Stein, A., Filz, O. The possible meaning of the upper and lower alpha frequency ranges for cognitive and creative tasks / H. Petsche, S. Kaplan, A. von Stein, O. Filz // *Int. J. of Psychophysiology*. – 1997. – Vol. 26 (3). – P. 77-97.

177. Putilov, A. A. Owls, larks, swifts, woodcocks and they are not alone: A historical review of methodology for multidimensional self-assessment of individual differences in sleep-wake pattern / A. A. Putilov // *Chronobiology International*. – 2017. – № 34(3). – P. 426-437.

178. Razumnikova, O. M. Creativity related cortex activity in the remote associates task / O. M. Razumnikova // *Brain Res Bull*. – 2007. – Vol. 73. – P. 96-102.

179. Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., Mellow, M. Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of Human Chronotypes // *J. of Biological Rhythms*. – 2003. – Vol. 18. – № 1. – P. 80.

180. Sandkühler, S., Bhattacharaya, J. Deconstructing Insight: EEG Correlates of Insightful Problem Solving / S. Sandkühler, J. Bhattacharaya // *PLoS One*. – 2008. – Vol. 3 (1). – P. 1459.

181. Seo, S.-H., Lee, J.-T. Stress and EEG // Marius Crisan. *Convergence and Hybrid Information Technologies* / Croatia: INTECH. – 2010. – P. 413.

182. Shemyakina, N. V., Nagornova, Zh. V., Ponomarev, V. A. Independent component analysis for creative versus non-creative task performance / N. V. Shemyakina, Zh. V. Nagornova, V. A. Ponomarev // article in proceedings of the WSEAS international conference on medical physiology, Cambridge, UK, February 23-25, 2010 (published in *Advances in biomedical research*). – 2010. – P. 222-228.

183. Sheth, B., Sandkühler, S., Bhattacharya, J. Posterior Beta and Anterior Gamma Oscillations Predict Cognitive Insight / B. Sheth, S. Sandkühler, J. Bhattacharaya // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2009. – Vol. 21. – P. 1269-1279.

184. Spearman, C. E. // The abilities of man, their nature and measurement / 1927.
185. Stefanovska, A., Hožič, M. Spatial Synchronization in the Human Cardiovascular System / A. Stefanovska, M. Hožič // Prog. Theor. Phys. Suppl. – 2000. – Vol. 139. – № 13. – P. 270-282.
186. Thurstone, L. L. Multiple Factor Analysis // 1947.
187. Walker, Samuel J. Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective – Berkeley: University of California Press. – 2004. – 317 p.
188. Zoriy, P., Dederichs, H., Pillath, P., Heuel-Fabianek, B., Hill, P., Lennartz, R. Long-Term Measurements of the Radiation Exposure of the Inhabitants of Radioactively Contaminated Regions of Belarus – The Korma Report II (1998 – 2015). – 2016.