

На правах рукописи

ПЛОТНИКОВА Анна Владимировна

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

03.03.01 Физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Волгоград – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:	доктор медицинских наук, доцент Кудрин Родион Александрович , профессор кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России
Официальные оппоненты:	доктор медицинских наук, доцент Бакулин Владимир Сергеевич , заведующий кафедрой спортивной медицины ФГБОУ ВО «ВГАФК» доктор медицинских наук Оленко Елена Сергеевна , профессор кафедры нормальной физиологии им. И.А. Чуевского ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России
Ведущая организация:	ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2019 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 208 008 06 в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России) по адресу: адресу 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России и на сайте
https://www.volgmed.ru/uploads/dsovet/thesis/6-894-plotnikova_anna_vladimirovna.pdf

Автореферат разослан «_____» _____ 2019 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук Долецкий Алексей Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

В настоящее время профессия оператора 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 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, монотония, 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 персональную ответственность за последствия принимаемых решений, не справляется с поиском нужного алгоритма в требуемом ритме, что приводит к трагическим последствиям (Фугелова Т.А., 2010). 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).

Установление закономерностей психофизиологического обеспечения операторской деятельности, особенностей труда и причин возможных ошибок необходимо для разработки действенных рекомендаций по оптимизации отбора и профилактике аварийности (Степанова С.И. с соавт., 2008; Кудрин Р.А., 2011).

Степень разработанности проблемы

В настоящее время не вызывает сомнений то, что уровень интеллекта существенно влияет на эффективность любой профессиональной деятельности, в том числе операторской (O'Boyle, et al., 2010; Симоненко С.И., 2012). При этом концепция эмоционального интеллекта (EQ), получившая широкое распространение в качестве альтернативы традиционному психометрическому интеллекту (IQ), требует дальнейшего развития в сфере операторского труда. Сторонники данного подхода считают, что коэффициент эмоционального интеллекта имеет большую прогностическую ценность, чем IQ (Goleman D. et al., 2005; Агеева Е.И., 2010). Особенно это касается стрессовых ситуаций, когда оператор зачастую действует, подчиняясь эмоциям, а не логике (Salovey J., Mayer P., 2005; Yukl G., 2006). Это определяет необходимость учитывать интеллектуальные особенности при профессиональном отборе операторов (Кудрин Р.А., 2011).

В свою очередь исследование биоритмологических особенностей позволяет оценить, в какое время суток оператор способен наиболее эффективно осуществлять свою профессиональную деятельность. Это имеет существенное значение в сложных условиях операторского труда, особенно при сменном графике работы (Юшкова О.И. с соавт., 2012; Таранов А.О. с соавт., 2014). Умение сохранять высокий уровень бдительности, особенно в ночное время, является критически важным качеством оператора и напрямую зависит от его хронотипа (Дорохов В.Б., 2013).

На данный момент исследованию психофизиологического обеспечения операторской деятельности с учётом биоритмологических особенностей операторов посвящено небольшое количество научных работ. Кроме того, имеющиеся данные недостаточны для практического использования. Таким образом, актуальность настоящего исследования продиктована необходимостью дальнейшего совершенствования критериев профессионального отбора операторов в современных условиях.

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

Задачи исследования

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 впервые определена зависимость результативности операторской деятельности от интеллектуальных и хронофизиологических особенностей. Для операторов сенсомоторного профиля 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 бодрствования.

Впервые установлены пути оптимизации профессионального отбора операторов сенсомоторного профиля на основе выявленных хронофизиологических и интеллектуальных особенностей, которые являются неотъемлемыми составляющими эффективной профессиональной деятельности в системе человек-машина-среда.

Теоретическая и практическая значимость работы. Благодаря данной работе 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 общая концепция эмоционального интеллекта (Mayer J. D., Salovey P. et al., 2011), двухфакторная теория интеллекта (Бурлачук Л.Ф., 2006), теория «первичных умственных способностей» (Дружинин В.Н., 2007), теория иерархической модели интеллекта (Cattell R.B., 1990).

В качестве методов, характеризующих основные показатели интеллектуальной сферы операторов (уровень эмоционального и психометрического интеллекта) использовались EQ- и IQ-тесты, адаптированные для российских респондентов Ж.-М. Беар (2007). Для определения хронотипа операторов использовалась анкета О. Остберга в модификации С.И. Степановой (Степанова С.И., 1989).

Для оценки вегетативного статуса применялся метод кардиоинтервалографии с последующим спектральным анализом сердечного ритма (Баевский Р.М. с соавт., 2006). Биоэлектрическая активность головного мозга определялась по данным электроэнцефалографии с использованием международной схемы установки электродов «10-20 %» (Зенков Л.Р., 2012). Для оценки тканевой микроциркуляции использовался метод лазерной доплеровской флоуметрии с анализом частотного спектра сигнала, отражённого от движущихся эритроцитов (Сидоров В.В., 2000). Исследование результативности операторской деятельности проводилось с помощью модели сенсомоторного компенсаторного слежения (Кудрин Р.А., 2011).

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 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 вариабельности сердечного ритма, соответствующими преобладанию тонуса симпатической нервной системы, что указывает на состояние психоэмоционального напряжения. Данные особенности характери-

зуют представителей 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 позволяет 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 ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России (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 и объём 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Хронофизиологические особенности операторов

По результатам теста Остберга-Степановой профессиональные операторы были разделены на три хронотипа: утренний (22,5 %), аритмичный (62,5 %) и вечерний (15,0 %).

Итоговый результат теста в группе утреннего хронотипа оказался на 39,15 % выше, чем в группе вечернего хронотипа ($p \leq 0,01$). В группе же вечернего хронотипа соответствующий результат оказался на 25 % ниже, чем в группе аритмичного хронотипа ($p \leq 0,01$).

Лица с начальными навыками операторской деятельности по результатам теста Остберга-Степановой также были разделены на три хронотипа: утренний (7,4 %), аритмичный (61,2 %) и вечерний (31,4 %).

Итоговый результат теста Остберга-Степановой в группе утреннего хронотипа оказался на 42,44 % выше, чем в группе вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$). В группе вечернего хронотипа соответствующий результат оказался на 27,69 % ниже, чем в группе аритмичного хронотипа ($p \leq 0,05$).

Полученные результаты подтверждают справедливость выделения трёх хронотипов среди участников исследования. Гендерные отличия между хро-

нотипами не были выявлены, поэтому последующий анализ проводился на основе данной классификации.

Типологические особенности операторской деятельности

Эффективность операторской деятельности в обычных условиях оценивалась на модели сенсомоторного слежения (табл. 1).

Таблица 1 – 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) Ме	Вечерний хронотип (n=38) Ме	Аритмичный хронотип (n=74) Ме
1-й период, мм	1,56	0,83*	1,94
2-й период, мм	2,94	1,45*	2,72
3-й период, мм	6,72	5,86*	7,40
Среднее значение по трём периодам, мм	4,87	3,84*	5,18

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

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

Эффективность операторской деятельности в осложнённых условиях также оценивалась на модели сенсомоторного слежения (табл. 2).

В осложнённых условиях у лиц с начальными навыками операторской деятельности эффективность сенсомоторного слежения по среднему значению в трёх периодах у вечернего хронотипа оказалась на 25,67 % выше, чем у аритмичного ($p \leq 0,01$). При этом на простых заданиях эффективность опе-

раторской деятельности у вечернего хронотипа была на 52,45 % выше, чем у аритмичного ($p \leq 0,01$). На заданиях средней сложности результативность слежения у вечернего хронотипа оказалась на 58,16 % выше, чем у аритмичного ($p \leq 0,01$). В то же время на сложных заданиях эффективность слежения в группе вечернего хронотипа была на 16,62 % большей, чем в группе аритмичного хронотипа ($p \leq 0,01$).

Таблица 2 – 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	0,68*	1,43
2-й период, мм	2,35	1,23*	2,94
3-й период, мм	7,41	5,77*	6,92
Среднее значение по 3-м периодам, мм	5,00	3,62*	4,87

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

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.

По результатам корреляционного анализа наибольшее влияние хронотипа на эффективность операторской деятельности среди лиц с начальными навыками в данной области обнаружилось у обследованных с утренним хронотипом в осложнённых условиях ($r_s = 0,771$). 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 в стрессовых ситуациях при дефиците времени.

Типологические особенности интеллекта

Особенности интеллектуальной сферы операторов оценивались по параметрам эмоционального интеллекта (табл. 3).

Таблица 3 – 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	36,0*	40,0	39,0
Экзистенциальный интеллект, баллы	36,0	39,5	40,0**
Общий EQ, баллы	108,0*	118,0	117,0**

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

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

У лиц с начальными навыками операторской деятельности и вечерним хронотипом выявлен наибольший уровень общего эмоционального интеллекта (на 8,4 % выше, чем в группе аритмичного хронотипа), в то время как наименьший EQ отмечался в группе утреннего хронотипа (на 7,69 % ниже, чем в группе аритмичного хронотипа, $p \leq 0,01$). При этом высокий уровень EQ соответствует лучшей адаптации к быстро меняющейся обстановке, помогая оператору владеть собой во время внештатных ситуаций.

Кроме того, у представителей вечернего хронотипа оказался наибольшим уровень социального интеллекта (на 10 % выше, чем в группе утреннего хронотипа, $p \leq 0,01$), который характеризует коммуникативные способности человека, а также умение эффективно взаимодействовать с окружающими и работать в команде.

Вместе с тем у представителей аритмичного хронотипа выявлен самый высокий уровень экзистенциального интеллекта (на 10 % выше, чем в группе утреннего хронотипа, $p \leq 0,01$). Данный параметр EQ позволяет человеку понимать и осознавать свои потребности и эмоции, делает его менее уязвимым для стресса, а также помогает находить нестандартный выход из сложных ситуаций, сопровождающих операторскую деятельность.

Особенности интеллектуальной сферы операторов также оценивались по параметрам психометрического интеллекта (табл. 4).

Таблица 4 – 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	10*	11	10
Вербальный интеллект, баллы	11	13	13
Математический интеллект, баллы	7	8	7
Общий IQ, баллы	28*	32	31

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

Общий уровень IQ у лиц с начальными навыками операторской деятельности и вечерним хронотипом оказался на 12,5 % выше, чем у представителей утреннего хронотипа ($p \leq 0,01$). Вместе с тем уровень логического интеллекта в группе вечернего хронотипа был на 9,1 % выше, чем в группе утреннего хронотипа ($p \leq 0,01$).

Следовательно, у лиц с вечерним хронотипом, выявлен наибольший общий уровень психометрического и логического интеллекта, что отражает уровень интеллектуального развития, в целом, и позволяет оператору эффективно расставлять приоритеты, планировать свою деятельность, разрабатывать стратегии, выявлять причинно-следственные связи между событиями, продумывать план действий и прогнозировать варианты развития событий.

Типологические особенности вегетативного статуса

По результатам кардиоинтервалографии с последующим спектральным анализом сердечного ритма у представителей аритмичного хронотипа в сравнении с группой утреннего хронотипа выявлено повышение мощности сверхнизкочастотных колебаний спектра вариабельности сердечного ритма (VLF) на 36,95 % ($p \leq 0,05$).

Таким образом, для аритмичного хронотипа в сравнении с утренним характерно преобладание реакций симпатической нервной системы. Это указывает на относительно небольшие адаптивные резервы аритмиков при до-

статочны высоких энергозатратах регуляторных систем организма на поддержание гомеостаза в покое.

По результатам корреляционного анализа наибольшее влияние хроно-типа на параметры вегетативного статуса прослеживается в группе утреннего хроно-типа ($r_s=0,754$). Обнаружена прямая корреляционная связь высокой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой и значением кардио-респираторного соотношения (KRS). При этом высокий уровень автономной регуляции деятельности сердца за счёт участия сегментарных механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма свидетельствует о хорошем состоянии неспецифических адаптационных систем у представителей утреннего хроно-типа.

Типологические особенности регионарной гемодинамики

По данным лазерной доплеровской флоуметрии было показано, что среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции (M) в группе вечернего хроно-типа у лиц с начальными навыками операторской деятельности на 38,58 % меньше, чем в группе аритмичного хроно-типа ($p \leq 0,05$). Таким образом, в группе аритмичного хроно-типа в сравнении с группой вечернего хроно-типа, отмечается статистически значимое повышение перфузии тканей в зоне измерения.

Значение Kv (коэффициент вариации показателей микроциркуляции) в группе вечернего хроно-типа оказалось на 29,57 % большим, чем в группе аритмичного хроно-типа, и на 30,4 % достоверно большим, чем в группе утреннего хроно-типа ($p \leq 0,05$). Это свидетельствует о большей вариабельности микрокровотока у представителей вечернего хроно-типа в сравнении с утренним и аритмичным хроно-типами и отражает улучшенное состояние микроциркуляции.

Значение α ($A_{max}/3s * 100$ % – показатель нейрогенной активности колебаний сосудистой стенки) в группе вечернего хроно-типа оказалось на 14,77 % большим, чем в группе аритмичного хроно-типа ($p \leq 0,05$). Таким образом, для представителей вечернего хроно-типа характерно более высокое периферическое сопротивление в артериолах, а также более заметный вклад эндотелиального механизма регуляции тонуса микрососудов в сравнении с представителями аритмичного хроно-типа.

Значение α ($A_{\max}/M*100\%$ – показатель, характеризующий внутрисосудистое сопротивление) в группе вечернего хронотипа оказалось на 23,67 % большим, чем в группе аритмичного хронотипа, и на 26,73 % большим, чем в группе утреннего хронотипа ($p \leq 0,05$). Это характеризует существенный вклад эндотелиального механизма (выраженного сверхнизкочастотными колебаниями) в регуляцию внутрисосудистого сопротивления.

Значение LF ($A_{\max}/M*100\%$) в группе вечернего хронотипа оказалось на 24,59 % большим, чем в группе аритмичного хронотипа, и на 35,38 % большим, чем в группе утреннего хронотипа ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о значительной модуляции кровотока со стороны сосудистой стенки, реализуемой через её мышечный компонент.

Значение HF1 ($A_{\max}/M*100\%$) в группе вечернего хронотипа было на 13,32 % большим, чем в группе утреннего хронотипа ($p \leq 0,05$), 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 % ниже, чем в группе аритмичного хронотипа ($p \leq 0,05$). Это отражает понижение симпатических влияний и уменьшение жёсткости сосудистой стенки, а также активации путей нутритивного (шунтового) кровотока.

Значение показателя шунтирования (ПШ) в группе вечернего хронотипа было на 7,46 % выше, чем в группе аритмичного хронотипа ($p \leq 0,05$). Снижение данного параметра в группе аритмичного хронотипа отражает спазм артерио-венулярных шунтов.

Таким образом, по результатам оценки состояния микрогемодинамики у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе аритмичного хронотипа выявлена сравнительно высокая степень кровенаполнения микроциркуляторного русла, что указывает на ослабление артериолярного сосудистого тонуса и застой крови в венулярном звене.

В группе вечернего хронотипа выявлено перераспределение ритмических характеристик в сторону увеличения высокочастотных, низкочастотных и сверхнизкочастотных колебаний, соответственно, отражающих значитель-

ный вклад дыхательных, вазомоторных и эндотелиальных компонентов в регуляцию микрокровотока. Следовательно, вечерний хронотип характеризуется высокой сбалансированностью регуляторных механизмов.

По результатам корреляционного анализа у лиц с начальными навыками операторской деятельности в группе утреннего хронотипа обнаружена обратная корреляционная взаимосвязь умеренной тесноты между показателем $A_{\max CF1}/A_{\max LF}$ (соотношение максимальной амплитуды кардиоритмов и низкочастотных колебаний) и итоговым результатом теста Остберга-Степановой. Следовательно, для чётко выраженных «жаворонков» характерно уменьшение вклада кардиального компенсаторного механизма в продвижение крови по капиллярам.

Типологические особенности биоэлектрической активности головного мозга

По результатам электроэнцефалографии обнаружено, что у лиц с начальными навыками операторской деятельности амплитуда спектра высокочастотного (ВЧ) бета-ритма в левых височных отведениях оказалась наименьшей в группе утреннего хронотипа – 0,3 мкВ/с ($p \leq 0,05$). В группе аритмичного хронотипа данный показатель составил 0,4 мкВ/с ($p \leq 0,05$) (рис. 1). Следовательно, в состоянии спокойного бодрствования у представителей аритмичного хронотипа отмечаются признаки повышенной нервно-психической напряжённости.

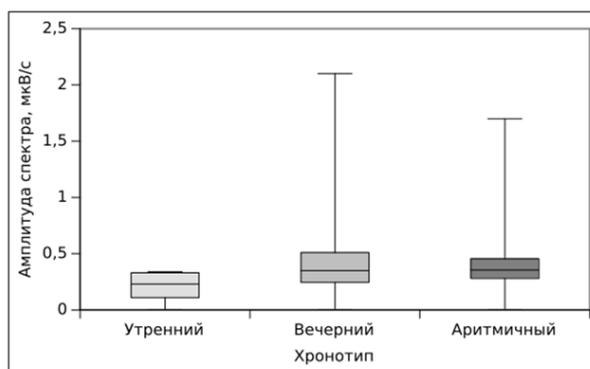


Рисунок 1 – Амплитуда спектра ВЧ бета-ритма в левых височных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Кроме того, индекс тэта-ритма в левых центральных отведениях оказался наибольшим в группе утреннего хронотипа – 21 % ($p \leq 0,05$). В группах

вечернего и аритмичного хронотипа данный показатель составил 15 % ($p \leq 0,05$) (рис. 2).

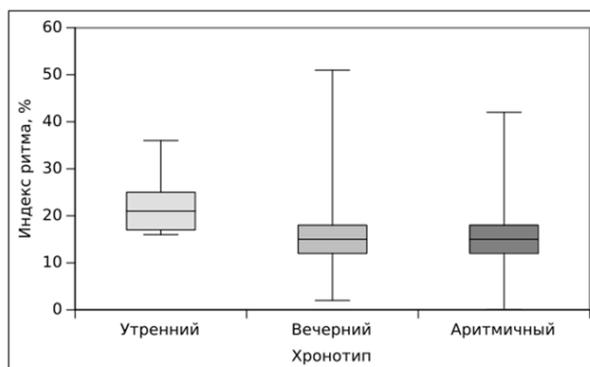


Рисунок 2 – Индекс тэта-ритма в левых центральных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Таким образом, в состоянии покоя у представителей утреннего хронотипа отмечаются признаки напряжённого внимания, что свидетельствует о наличии регуляторных механизмов, сформированных в ответ на необходимость принятия решений при высоком уровне неопределённости.

Частота низкочастотного (НЧ) бета-ритма в правых затылочных отведениях оказалась наибольшей в группе утреннего хронотипа – 16,6 Гц, а в группах вечернего и аритмичного хронотипа данный показатель составил 15,8 Гц ($p \leq 0,05$) (рис. 3).

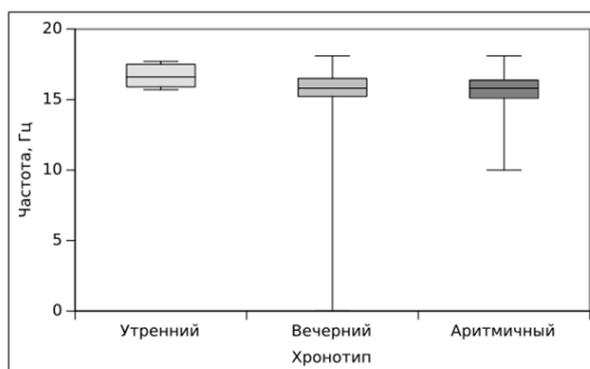


Рисунок 3 – Частота НЧ бета-ритма в правых затылочных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

Следовательно, в состоянии спокойного бодрствования у представителей утреннего хронотипа отмечаются признаки повышенной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, что свидетельствует о нали-

чии регуляторных механизмов, сформированных в ответ на интенсивную умственную деятельность операторов, требующую повышенного внимания.

Кроме того, амплитуда спектра дельта-ритма в правых лобных отведениях оказалась наименьшей в группе утреннего хронотипа – 3,3 мкВ/с и средней в группе аритмичного хронотипа – 4,3 мкВ/с ($p \leq 0,05$) (рис. 4). Таким образом, в состоянии спокойного бодрствования у операторов аритмичного хронотипа отмечаются признаки микросна, что свидетельствует о снижении работоспособности.

По результатам корреляционного анализа показана зависимость параметров ЭЭГ от хронотипа у лиц с начальными навыками операторской деятельности. При этом наибольшее влияние хронотипа на параметры биоэлектрической активности головного мозга прослеживается в группе утреннего хронотипа, где обнаружены обратные корреляционные связи высокой тесноты между результатом теста Остберга-Степановой, с одной стороны, и частотой низкочастотного (НЧ) бета-ритма в правых центральных отведениях ($r_s = -0,704$), а также с частотой НЧ бета-ритма в правых височных отведениях ($r_s = -0,738$), с другой. В связи с этим для «чётко выраженных жаворонков» характерна меньшая частота НЧ бета-ритма в правых центральных и височных отведениях. При этом характерна высокая способность к выполнению стереотипных, рутинных умственных операций (сопровождающихся снижением частоты бета-ритма), особенно связанных с воздействием невербальных слуховых раздражителей.

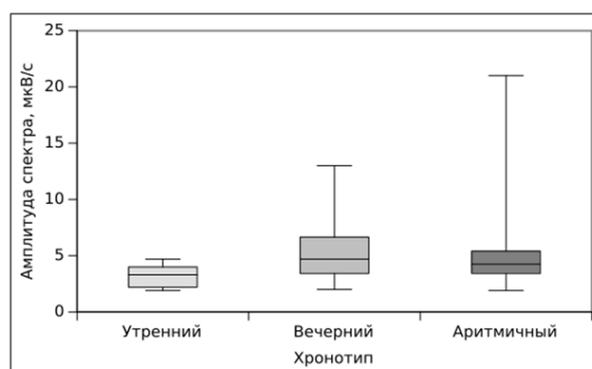


Рисунок 4 – Амплитуда спектра дельта-ритма в правых лобных отведениях у обследованных с начальными навыками операторской деятельности

С другой стороны, для менее выраженных представителей утреннего хронотипа (приближенных к аритмикам) характерны проявления повышен-

ной умственной активности на фоне эмоционального возбуждения, а также в условиях предъявления нового, неожиданного стимула.

По результатам корреляционно-регрессионного анализа была построена прогностическая модель эффективности операторской деятельности на основе биоэлектрических особенностей. Способность представителей утреннего хронотипа к операторской деятельности в зависимости от биоэлектрической активности головного мозга рассчитывается по формуле 1.

$$f(x) = 9,06 - 0,271x_1, \text{ где} \quad (1)$$

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

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

При этом 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 операторов с утренним хронотипом к профессиональной деятельности имеет обратную линейную зависимость от частоты НЧ бета-ритма в правых височных отведениях. Снижение частоты НЧ бета-ритма (соответствующее результативному выполнению стандартных, рутинных заданий) сопровождается повышением способности к операторской деятельности. Таким образом, наибольшую эффективность представители утреннего хронотипа демонстрируют в условиях монотонного и стереотипного труда преимущественно в утреннее время.

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 хроно-типом 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 хроно-типом 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 хроно-типом 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 хроно-типом регистрируется биоэлектрическая активность головного мозга, соответствующая состоянию напряжённого внимания, эмоционального возбуждения и умственного напряжения, в то время как у операторов с аритмичным хроно-типом 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 своевременно 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 вариабельности 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 МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах, рецензируемых ВАК Минобразования 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. – № 1 (69). – 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.

8. Плотникова, А. В. Хронофизиологические особенности операторов с начальным уровнем профессиональной подготовки / Р. А. Кудрин, Е. В. Лифанова, А. В. Плотникова // Научно-методический журнал «Физическое воспитание и спортивная тренировка». – 2019. – № 1 (27). – С. 92-103.