

На правах рукописи

САТЫБАЛДИНА Аида Ермековна

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО
ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-
ОПЕРАТОРА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
(на примере студентов-программистов КарГУ)**

03.00.13 - Физиология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Тюмень, 2003 год

Работа выполнена в Карагандинском государственном университете им. Е.А. Букетова.

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор В.С.Соловьев
доктор медицинских наук, профессор Н.К.Смагулов

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор В.А.Щуров
кандидат медицинских наук Н.И.Ржанникова

Ведущее учреждение:

Сургутский государственный педагогический институт

Защита состоится « ____ » _____ 2003 года в ____ часов на заседании диссертационного совета ДМ212.274.07 в Тюменском государственном университете по адресу: 625043, Тюмень, ул. Пирогова, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале библиотеки Тюменского государственного университета по адресу: 625043, Тюмень, ул. Пирогова, 3.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Е.А.Чирятьев

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов, подтверждают реальность неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) на растения, животных и человека. По этой причине Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) включила электромагнитное загрязнение окружающей среды в число наиболее важных экологических проблем (Амиров Н.Х., Фатхутдинова Л.М., 1997).

Одним из наиболее распространенных источников ЭМИ является компьютер, работа на котором может приводить к разнообразным неблагоприятным последствиям.

В нашей стране массовая компьютеризация началась сравнительно недавно. Развивается она очень быстрыми темпами и охватывает миллионы людей, в том числе детей. Поэтому охрана людей от отрицательного воздействия компьютеров является важнейшей медико-технической и социальной задачей.

Несоблюдение гигиенических и эргономических требований при работе с видеодисплеями приводит к выраженному снижению психофизиологических функций организма, возможно снижение производительности труда и возникновение профессиональных заболеваний: астенопии, дерматозов лица и кистей, синдрома длительного статического перенапряжения (Обелянис В.Б. 1997).

Другой, не менее важной причиной ухудшения состояния здоровья, является отсутствие в действующих нормативах связи возможной длительности работы с фактическим состоянием здоровья операторов.

Другим немаловажным фактором, оказывающим существенное влияние на функциональное состояние организма, является учебный процесс. Учеба в вузе является принципиально новым этапом по сравнению с предшествующей жизнью школьника: повышаются информационные нагрузки, сопровождающиеся аритмичностью в работе, усиливается гиподинамия, усложняются межличностные отношения; у лиц, прибывших из отдаленных районов, возникают проблемы, связанные с изменением уровня урбанизированности среды, проживанием в общежитии, оторванностью от своей семьи и т. п. (А. И. Киколов, 1981). Таким образом, адаптация к вузовским условиям складывается из приспособления к различным по своей природе раздражителям и характеризуется повышением напряжения психофизиологических механизмов. Важнейшую роль в приспособительной деятельности играет эмоционально-вегетативный комплекс (А. М. Вейн, 1981).

В связи с этим становится все более очевидной необходимость усиления внимания к практически здоровому человеку, к изучению физиологических механизмов устойчивости и предрасположенности организма человека к негативным последствиям эмоциональных перегрузок, выявление тех факторов учебного процесса, которые создают психо-эмоциональное перенапряжение человека и разработка критериев для оценки и прогнозирования нервно-эмоционального напряжения организма студентов.

В последнее время для изучения сложных многофакторных явлений в биологии и медицине все более широкое применение находит системный под-

ход, позволяющий количественно оценить роль каждого отдельного фактора в формировании общего эффекта (Смагулов и др., 1993, 1995, 2000). Исходя из данного подхода, система "студент-учебный процесс-производственная среда" представляет собой сложное многофакторное явление, в котором факторы воздействуют на организм студентов комплексно, с возможными эффектами их взаимного суммирования либо потенцирования. Однако данные явления к настоящему времени изучены недостаточно.

Учитывая вышесказанное, актуальны осуществление с позиций системного подхода комплексного анализа состояния здоровья студентов, выявление факторов, влияющих на него и на основании этого разработка системы мероприятий по улучшению здоровья, совершенствованию медицинского обслуживания, является главной медико-социальной задачей, направленной на повышение эффективности труда студентов и, как следствие, совершенствованию учебно-воспитательного процесса.

Цель работы: исследование и разработка методического подхода к оценке и прогнозированию функционального состояния человека-оператора сложных систем управления (на примере студентов-программистов КарГУ).

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- дать сравнительную оценку среды обитания двух изучаемых групп студентов (студенты специальности «Информационные системы» и «Экология»);
- изучить функциональное состояние организма студентов и динамику работоспособности в процессе трудовой деятельности;
- изучить напряженность труда студентов в динамике учебного дня, недели и учебного года;
- изучить меж- и внутрисистемные взаимодействия отдельных эффекторов сложноорганизованных функциональных систем гомеостатического уровня;
- с помощью метода математического описания выявить роль отдельных неблагоприятных факторов в развитии функционального напряжения организма студентов;
- разработать методику оценки и прогнозирования функционального напряжения и работоспособности студентов.

Научная новизна. Впервые дана комплексная оценка трудовой деятельности студентов, в учебном процессе которых максимально используются компьютерные технологии, выявлены отличительные особенности от характера учебного процесса, получена градация уровня воздействующих факторов на напряженность труда студентов. Разработан методический подход оперативной оценки и прогнозирования работоспособности студентов в зависимости от уровня воздействующих факторов учебного процесса (номер пары, день, год обучения). Проведена градация приоритетности факторов по выраженности их влияния на функциональное состояние организма студентов.

Практическая значимость. Разработанный методический подход позволяет на качественно новом уровне дать оценку и прогноз функционального напряжения студентов в зависимости от возраста, года обучения, дня недели; оце-

нить характер и степень неблагоприятного влияния факторов учебного процесса с максимальным использованием компьютерных технологий. Использование данного методического подхода и количественных критериев позволяет упростить методику донозологической диагностики студентов.

По результатам исследований изданы методические рекомендации. Полученные научные результаты включены в курс лекций и практических занятий ряда ВУЗов РК, Национального центра гигиены труда и профзаболеваний МЗ РК.

Полученные научные результаты включены в курс лекций и практических занятий кафедр физиологии Карагандинского государственного университета им. Е. А. Букетова, Северо-Казахстанского государственного университета, Карагандинской государственной медицинской академии, Национального центра гигиены труда и профзаболеваний МЗ РК (акты внедрения от 16.10.03, 17.10.03, 18.10.03, 24.10.03).

Вклад автора в проведении исследования. Сбор и обработка материалов, анализ данных, обобщение, интерпретация, выводы полностью принадлежат автору.

Публикации. По материалам исследований опубликовано 9 печатных работ, из них: 7 статей, 1 тезисы доклада и 1 методические рекомендации.

Материалы диссертации доложены на: 1) международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы организации здравоохранения, клинической и экспериментальной медицины» (Караганда, 2003); 2) международной научно-практической конференции «Этапы становления, современное состояние и фундаментальные проблемы развития образования и науки Казахстана» (Караганда. – 2003); 3) III Международной научной конференции молодых ученых, студентов. КазНУ им.Аль-Фараби. (Алматы –2003); 4) V съезде физиологов Казахстана (Караганда –2003); 5) международной научно-практической конференции, посвященной Году Казахстана в России, СКГУ (Петропавловск –2003).

Положения, выносимые на защиту.

1. Использование в образовательном процессе учебных компьютерных технологий негативно отражается на уровне функционального напряжения организма, усиливая напряженность труда студентов, осваивающие навыки профессий, связанные с широким использованием компьютерной техники.

2. Адаптационно-приспособительная деятельность осуществляется за счет снижения активности гуморального канала и парасимпатической регуляции, увеличения активности симпатического отдела регуляции вегетативной нервной системы, увеличения централизации управления сердечным ритмом, за счет активации системы регуляции сосудистого тонуса.

3. Разработанный метод оценки и прогнозирования уровня функционального напряжения организма студентов в зависимости от особенностей профессиональной подготовки позволяет упростить процедуру оценки и прогноза напряженности учебного процесса, а также выявить степень неблагоприятного воздействия конкретных его факторов.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти основных глав, заключения, выводов, перечня документов по внедрению, списка литературы. Работа иллюстрирована 23 таблицами и 22 рисунками. Указатель литературы включает 187 источника отечественных и иностранных авторов.

Связь диссертации с планами основных научных работ института. Диссертационная работа является фрагментом плановой НИР Карагандинского государственного университета им. Е. А. Букетова: "Нейрогуморальные аспекты изучения действия комбинирующих факторов окружающей среды (ФОС) на организм" (1994-1998, № гос. регистрации 0195 РК 00163).

ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были студенты 1-4 курса Карагандинского государственного университета им.Е.А.Букетова, профессионально-художественного факультета специальности «Информационные системы» и биолого-географического факультета специальности «Экология».

Гигиенические исследования - измерение температуры и относительной влажности воздуха (213 замеров), скорость движения воздуха (183 замера), освещенность рабочих мест (259 замеров), уровень производственного шума (115 замеров). Определялось содержание пыли (217 замера), паров аммиака (84 замера), оксида углерода (98 замеров).

Для проведения физиологических исследований был подобран такой комплекс методов, который характеризовал бы функциональное состояние организма в целом. Используются наиболее информативные показатели динамики функциональных состояний, к числу которых обычно относят различные параметры деятельности: сердечно-сосудистой, нервно-мышечной.

Физиологические исследования включали: 1) измерение частоты пульса (ЧП) до и после дозированной нагрузки, подсчет индекса Руфье, систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления; математический анализ сердечного ритма по Р.М.Баевскому; 2) измерение показателей функционального состояния центральной нервной системы (простой и сложной СМР, ЗМР, КЧСМ, числа); 3) измерение показателей функционального состояния нервно-мышечного аппарата, включая мышечную выносливость; 4) субъективная оценка самочувствия, активности и настроения с помощью таблиц САН, определение реактивной тревожности по методике Ч.Д.Спилбергера, Ю.Л.Ханина.

Статистическая обработка данных полученных психофизиологических показателей, расчет оценок коэффициентов парной корреляции проводились с помощью пакета специализированных программ статистики (Смагулов Н.К. и соавт., 1993, 1995, 2000). Полученные в результате расчета парные коэффициенты корреляции, использовались для выбора аргументов обрабатываемых уравнений и оценки доли влияния входных факторов аргументов на выходные показатели функции (использовались значимые значения коэффициентов корреляции, при $P < 0.05$) [6]. Все полученные уравнения считались достоверными при 95% и выше процентной значимости ($P < 0, 05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основным направлением нашего исследования было изучение влияния учебного процесса с максимальным использованием компьютерных технологий (специальность «Информационные системы» - 36 студентов) и традиционного (специальность «Экология» - 38 студентов) типа на психофизиологические показатели студентов в динамике учебного процесса: в течение учебного дня, учебной недели с учетом уклона обучения.

Основные неблагоприятные факторы негативного компьютерного воздействия:

- длительное неизменное положение тела,
- постоянное напряжение зрительной системы,
- воздействие на организм радиации электростатических и электромагнитных полей.

По итогам различных исследований человек, работающий за компьютером, устает гораздо больше, чем человек, выполняющий аналогичную работу без применения машины. Особенно много жалоб от операторов компьютеров на рези в глазах, затуманивание, общее ухудшение зрения. При чтении текста с листа бумаги глаз воспринимает отраженные при падении света тексты. Просматривая же текст на экране, человек подолгу глядит на сам источник света. Когда человек работает за монитором, то и дело приходится что-то считывать, печатать, сравнивать, а, значит, сотни, тысячи раз за день глаз должен перестраиваться. Свет дисплея - непрерывно мелькающий и дрожащий с большой яркостью и сильной контрастностью. Человек "не видит" этих мельканий, однако и глаз, и мозг реагируют на них.

Как показали проведенные гигиенические исследования состояние воздушной среды в учебных аудиториях соответствует допустимым нормам. Уровень шума в учебных комнатах соответствовал предельно-допустимым уровням. Анализ данных освещенности аудиторий показал, что они достаточно хорошо освещены за счет общего освещения. Следовательно, труд студентов КарГУ факультетов ПХФ и БГФ протекает в одинаковых относительно благоприятных санитарно-гигиенических условиях. Это обусловлено тем, что студенты занимаются в типовых учебных зданиях, основным требованием при эксплуатации которых является соответствие нормативным требованиям по микроклиматическим параметрам, освещенности.

Средняя недельная нагрузка у студентов составляла в среднем 40 часов. Анализ недельного расписания по компьютерной нагрузке показал, что у студентов ИС наблюдается явное преобладание компьютерных часов, по сравнению с экологами. Основная «компьютерная нагрузка» у студентов ИС наблюдается на 3-4 курсах. У экологов подобного не отмечается. При этом надо отметить, что на данный период приходится большое количество внеаудиторной работы по выполнению курсовых и дипломных работ, в связи с чем, отмечается увеличение «компьютерной» работы (рис.1). Таким образом, ведущей отличительной особенностью у изучаемых групп является время работы за компьютером.

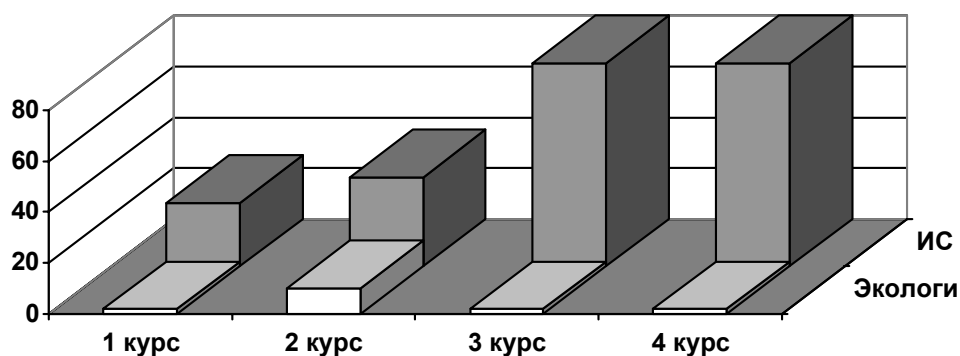


Рисунок 1. Процент занятий проводимых с использованием компьютера у студентов экологов и ИС

Проведенные исследования показали, что умственная работоспособность по данным психофизиологических наблюдений у студентов изучаемых специальностей меняется под влиянием учебной нагрузки в течение учебного дня, учебной недели, находится в зависимости от специфики обучения на каждом факультете.

Одним из критериев развития утомления ЦНС у студентов является снижение показателя КЧСМ. Так, у студентов ИС отмечается достоверное увеличение КЧСМ в течение всех годов обучения ($P < 0,05$), свидетельствующее об усилении функции зрительного анализатора вследствие длительной работы за компьютером к концу обучения.

Со стороны центральной нервной системы, по показателям времени латентного периода на простые и сложные реакции, отмечено достоверное увеличение времени зрительно- и слухо-моторных реакций ($P < 0,01$). Среднее время реакции на раздражители у студентов ИС выше, чем у студентов экологов. Как известно, удлинение латентного периода является признаком ослабления, инертности раздражительного процесса, развития в центральной нервной системе охранительного торможения.

Из анализа результатов цифрового теста следует, что студенты экологи значительно уступали студентам ИС по времени выполнения теста и оно имело тенденцию к увеличению в динамике учебного дня, недели и года обучения. у студентов экологов, по результатам выполнения цифрового теста, налицо признаки утомления ЦНС, выражающиеся в большем времени выполнения теста, по сравнению со студентами ИС. Однако обращает на себя внимание тот факт, что несмотря на более высокие временные показатели, у студентов ИС процент правильных ответов значительно меньше, чем у студентов экологов. Это можно было бы не брать во внимание, если бы не тот факт, что изучаемая группа студентов ИС в процессе обучения непосредственно связана с подобной работой с цифровым материалом, представленном на видеомониторах, и основная задача как раз таки и заключается в распознавании данной информации и выдаче правильного решения посредством компьютера и следовательно более низкий процент правильных ответов является дополнительным критерием, характери-

зующим процессы утомления ЦНС и ВНД.

Со стороны показателей, характеризующих мышечную выносливость, отсутствуют выраженные достоверных изменений.

Выявлена незначительная вариабельность АД, наблюдаемая в процессе учебы, которая свидетельствует о достаточной прочности регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы у обследованных групп.

Как видно из рисунка 2, со стороны частоты пульса у студентов обеих специальностей отмечена определенная динамика в течение всего процесса обучения, характеризующаяся в достоверном увеличении частоты пульса к последнему году обучения. Причем, прирост частоты пульса у студентов экологов к 4 году обучения составил в среднем 2,4 уд/мин, в то время как прирост ЧП у студентов ИС составлял в среднем 3,5 уд/мин. По динамике частоты пульса, у студентов ИС более выраженная напряженность труда, по сравнению со студентами экологами.

Сопоставляя средние значения индекса Руфье следует отметить, что у студентов ИС диапазон колеблемости данного индекса находится между нижней границей хорошей и удовлетворительной работоспособности (5,2-7,18 усл.ед.). В то время как у студентов экологов он колеблется в диапазоне хорошей работоспособности (3,93-5,78 усл.ед.). Следовательно, по показателям физической работоспособности и резервным возможностям организма наименее выгодно отмечались студенты ИС.

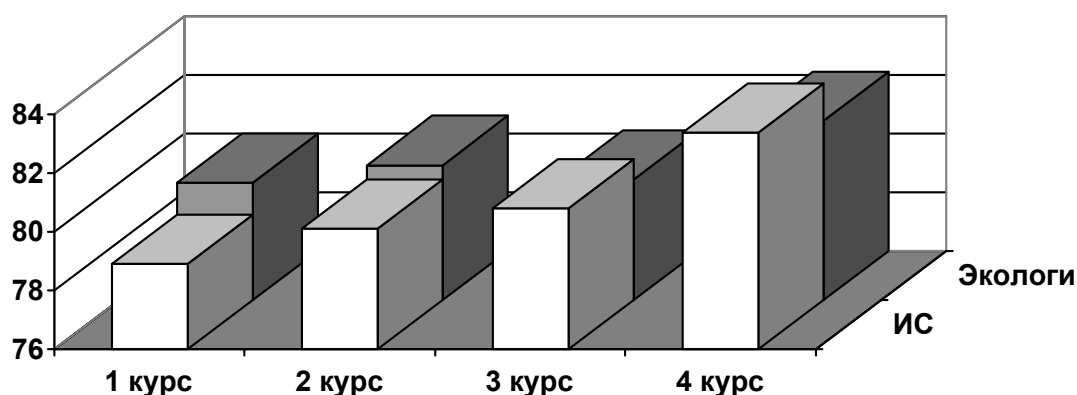


Рис. 2. Динамика частоты пульса у студентов в процессе обучения

Работоспособность по данным САН и личностной тревожности у студентов изучаемых специальностей также меняется под влиянием учебной нагрузки в течении учебного дня, учебной недели, находится в зависимости от специфики обучения на каждом факультете. Так, реактивная тревожность имела более выраженную и достоверную динамику у студентов информационных систем. У студентов экологов выраженной и достоверной динамики реактивной тревожности в течение учебного дня, недели и всего процесса обучения не отмечалось. Это обстоятельство может служить свидетельством негативного влияния компьютерных технологий учебного процесса на процессы утомления у сту-

дентов непосредственно соприкасающихся с компьютерными технологиями.

Таблица 1.

Влияние факторов на показатели реактивной тревожности и САН

Функции (производные)	Аргументы (факторы)		
	Курс	Номер пары	День недели
Информационные системы			
Реакт.тревожность.	<u>0.30</u>	<u>0.41</u>	<u>0.43</u>
Самочувствие	-	-0.30 (25,1%)	<u>0.32</u>
Активность	0.37 (16,5%)	<u>0.33</u>	<u>0.28</u>
Настроение	-	<u>0.28</u>	-
Экологи			
Реакт.тревожность.	-0.52 (32,2%)	<u>0.33</u> (10,9%)	-
Самочувствие	-	-	-
Активность	-0.26	-0.29	-
Настроение	-	-	-

Примечание: в таблице указаны только достоверные коэффициенты корреляции ($P < 0,05$); 0.33 – коэффициент линейной, 0.33 – коэффициент нелинейной корреляции; в скобках – процент влияния аргумента на функцию.

Отмечается выраженность системы взаимодействия показателей САН в динамике учебного дня, недели и года выявлено только у студентов информационных систем (табл.1). Выявлена достоверная корреляционная зависимость у студентов информационных систем между курсом, номером пары, днем недели и показателями самочувствия, активности. Причем, у студентов ИС в большинстве преобладают не линейные зависимости, свидетельствующие не только об активном воздействии ведущих факторов (номер пары, день, год обучения), но и об их комбинированном влиянии в сочетании с преобладанием в учебном процессе использования компьютерных технологий. Об этом дополнительно свидетельствует и высокая корреляционная зависимость между показателями самочувствия, активности и настроения у студентов ИС.

Адаптационно-приспособительная деятельность организма студентов ИС в процессе обучения характеризовалась снижением активности гуморального канала и парасимпатической регуляции, за счет увеличения активности симпатического отдела регуляции вегетативной нервной системы, увеличением централизации управления сердечным ритмом, за счет активации системы регуляции сосудистого тонуса. Это означает, что процесс регуляции ЧП и артериального давления осуществляется при участии неспецифических механизмов путем активации симпатического отдела вегетативной нервной системы. У студентов ИС отмечалось усиление централизации управления сердечным ритмом (по динамике индекса напряжения) за счет активации симпатического отдела вегетативной нервной системы, по сравнению со студентами экологами. У них отмечалось обратное явление, усиление авторегуляции, причем более выраженное к 3 курсу, со среднего значения индекс вегетативного равновесия (ИВР) 79.1-89.4

усл.ед. на 1-2 курсе до 73.2 усл.ед. на третьем. По сопоставительному анализу динамики ИН можно отметить, что у студентов ИС отмечалась более мощная активность центрального контура по отношению к автономному (рис.3).

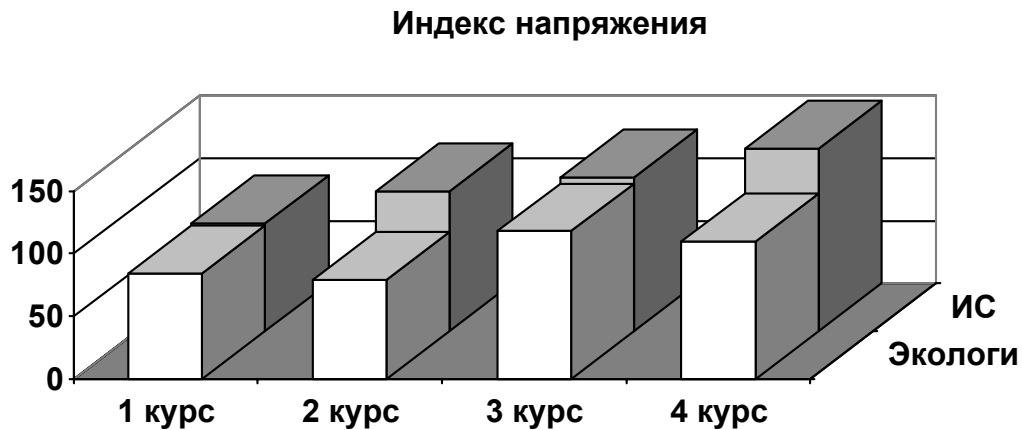


Рисунок 3. Динамика ИН у студентов в процессе обучения.

У студентов ИС, судя по динамике показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР) отмечается наличие избыточной централизации управления ритмом сердца, по сравнению со студентами экологами. Так, ПАПР у студентов ИС был в пределах 58-63 усл.ед., в то время как у студентов экологов он колебался в диапазоне 45-53 усл.ед.

Динамика индекса централизации (ИЦ) показывает (рис.4), что у студентов ИС более мощно проявляется активность центрального контура по отношению к автономному, чем у студентов экологов.

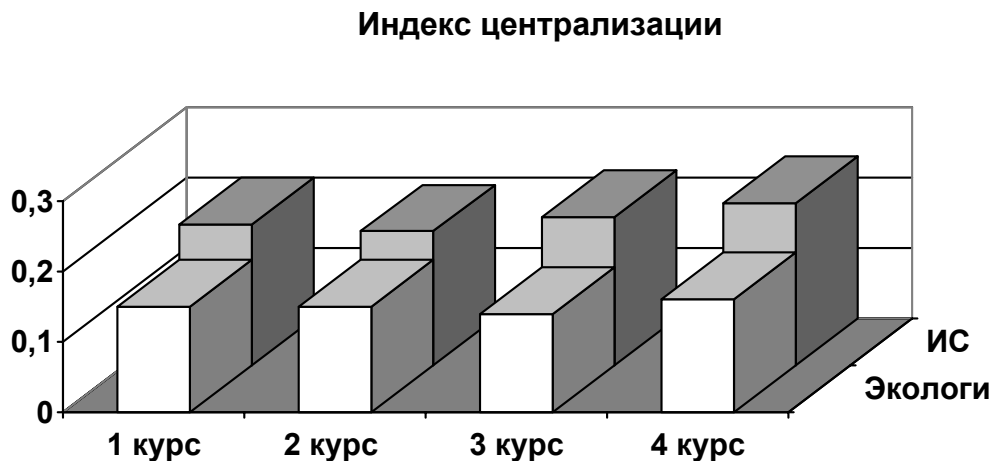


Рисунок 4. Динамика индекса централизации у студентов в процессе обучения.

Таким образом, динамика активности регуляторных механизмов регуляции сердечного ритма, свидетельствует о выраженном влиянии образовательного процесса с интенсивным использованием образовательных компьютерных технологий на функциональное напряжение организма.

Для оценки уровня напряжения функционального состояния организма

студентов, физиологической оценки "цены" достигнутого приспособительного результата был использован метод сквозного корреляционного анализа (или как многие его называют многомерным анализом) между физиологическими параметрами.

Анализируя общее число корреляционных связей, следует отметить, что у студентов ИС оно выше, чем у экологов, что является косвенной характеристикой более высокого функционального напряжения организма.

Дополнительным критерием может служить и соотношение количества коэффициентов корреляции, характеризующих внутри- и межсистемные связи. Так, у студентов ИС наблюдается перераспределение количества связей в сторону большего числа межсистемных связей (соотношение 98/155), по сравнению с экологами (88/112). Это свидетельствует о том, что для поддержания гомеостаза на достаточном уровне, для успешной трудовой деятельности в организме студентов ИС подключены высшие центры, которые вмешательством в регуляторную деятельность активизируют функционирование ряда систем для достижения полезного приспособительного результата, что соответственно увеличивает уровень функционального напряжения организма (рис.5).

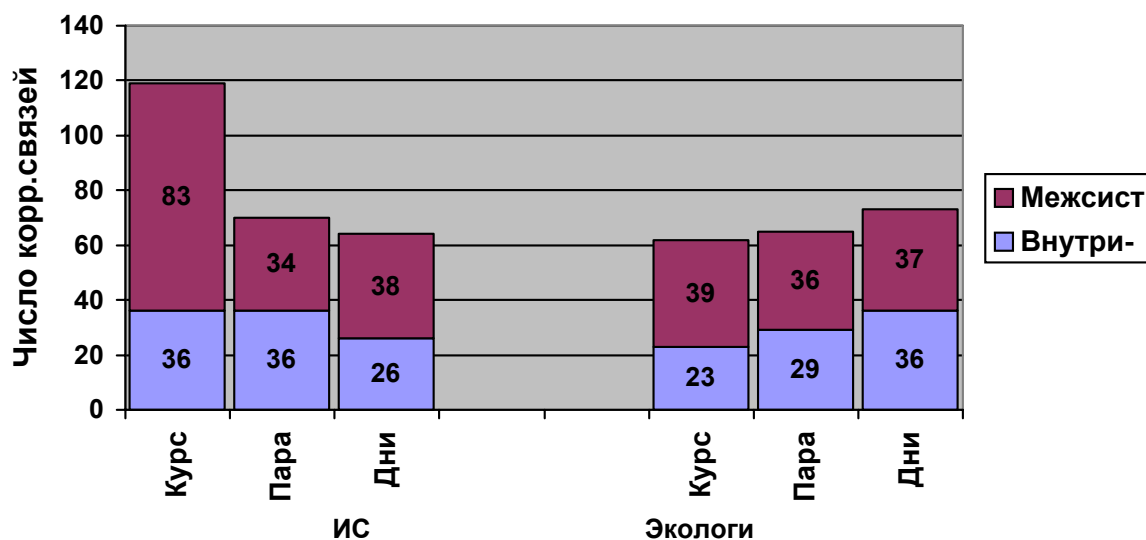


Рисунок 5. Число внутри- и межсистемных корреляционных связей у студентов.

Для выявления влияния возраста, пола, учебного процесса и др. факторов на показатели функционального состояния организма студентов, более подходит использование принципа неуправляемого пассивного эксперимента, что позволило с использованием корреляционного анализа оценить степень влияния изучаемых факторов на организм.

Проведенные исследования показали, что по показателям физической работоспособности и резервным возможностям организма напряженность труда студентов ИС значительно превышает таковую у студентов экологов. Об этом свидетельствует и общий процент абсолютного вклада основных факторов (аргументов) на динамику функции (физиологические показатели).

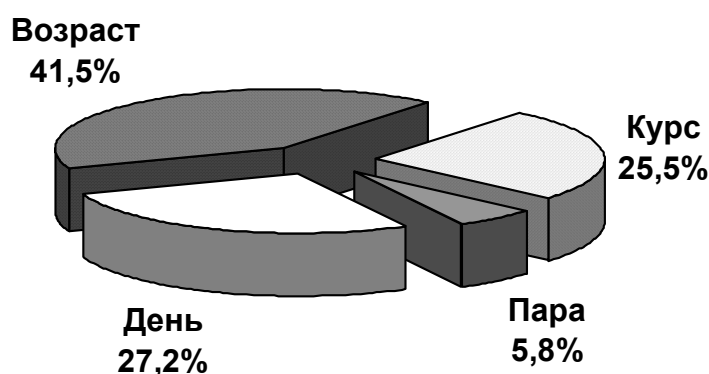


Рисунок 6. Процент вклада в общую дисперсию аргументов у студентов ИС.

Таблица 2.

Корреляционная матрица между аргументами и их производными функциями

Функции (производные)	Аргументы							
	Информ. системы				Экологи			
	Возраст	Курс	№ пары	День недели	Возраст	Курс	№ пары	День недели
САД	-	-	-0,18	-	-	-	-	-
ДАД	-	-	-	-	-	-	-	-
ЧП	0,22	0,23	0,24	0,24	0,13	0,15	-	-
Индекс Руфье	0,33	-	-	-	-	-	-	-
Мышечная выносливость	-	-	-	-0,24	-	-	-	-
КЧСМ	0,37	0,29	-	-	-	-	-	-
ПЗМР	-	0,21	-	-	-	0,22	-	-0,16
СлЗМР	-0,25	-0,23	-	0,18	-	-	-	-
% ош. СлЗМР	-	-	-	-	-	-0,14	-	-0,21
ПСМР	0,34	0,27	-	-	-	-	-	-0,26
СлСМР	-	-	-	-	-0,17	-0,24	-	-
% ош. СлСМР	0,18	0,25	-	-0,24	-	-	-	-
Числа	-0,24	-0,26	-	-	-	-	-	0,18
δ_{R-R}	0,29	0,22	-	0,32	-	-	-	0,33
ΔX_{R-R}	0,23	-	-0,19	0,26	-	-	-	0,33
CV_{R-R}	-0,20	-0,21	-	-	-	-	-	-0,30
$ИН_{R-R}$	-0,29	-0,23	-	-0,29	-	-	-0,17	-0,30

Примечание: в таблице указаны только достоверные коэффициенты корреляции (при $P < 0.05$).

Так, у студентов ИС он был значительно выше (73%), чем студентов экологов (27%). Следовательно, у студентов ИС образовательный процесс оказы-

вает выраженное влияние на динамику функционального состояния организма в процессе обучения. У студентов экологов подобного явления не отмечается. А поскольку ведущим отличительным фактором у данных групп является использование компьютерных технологий, подобное значительное различие может свидетельствовать о выраженном влиянии компьютера на организм студента.

Корреляционный анализ показал (рис.6.), что основным фактором, оказывающим влияние на показатели функционального состояния организма студентов ИС, является возраст (% вклада в общую дисперсию составил 41.5%). Далее по убывающей идут день недели (27.2%), курс (25,5%) и номер урока (пары) – 5.8%.

У студентов экологов ведущим воздействующим фактором является день недели (69.1%). Далее, по убывающей, идут курс (2.9%), возраст (7.4%) и номер пары (2.6%). При чем доля влияния возрастного фактора и номера пары настолько незначительно, что смело можно не учитывать при дальнейшем анализе.

При детальном анализе корреляционных зависимостей по представленной корреляционной матрице (табл.2), отмечаются как положительные стороны воздействия основных факторов, так и отрицательные (они в таблице выделены цветовым оттенком). Так, в процессе обучения у студентов ИС улучшается работа ЦНС о чем свидетельствуют увеличение критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ), снижение сложной зрительно-моторной реакции (СлЗМР), время выполнения цифрового теста (числа), снижается активность симпатического отдела ВНС (δ_{R-R}) и степень централизации управления сердечным ритмом (ИН). Однако в процессе обучения у студентов ИС, помимо положительных сторон, отмечается увеличение частоты пульсы при снижающемся коэффициенте вариации (CV_{R-R}), простой зрительно- и слухомоторных реакций (ПЗМР и ПСМР), процент ошибок сложной СМР (% ош.СлСМР). У студентов экологов основным доминирующим фактором, как уже говорилось выше, являлся день недели, к тому же положительные стороны влияния данного фактора на динамику функционального состояния организма больше, чем отрицательных.

Таким образом, на снижение уровня функционального состояния, а следовательно, и общей работоспособности студентов оказывают влияние множество факторов, среди которых ведущими являются: возраст студентов, учебный процесс в котором преобладают компьютерные информационные технологии, продолжительность учебного дня, плотность нагрузки, обусловленная расписанием, личностные характеристики (возраст, двигательная активность, режим питания и т.д.).

Для более объективной оценки уровня ответной реакции организма на различные нагрузки, с использованием метода главных компонент, осуществлялся выбор наиболее информативных показателей, получаемых на основе структуры в зависимости между исходными показателями из всей совокупности показателей, которые получены в результате эксперимента (табл.3).

Таблица 3.

Матрица компонентных нагрузок физиологических показателей студентов ИС и экологов

Показатели	ИС				Экологи			
	1ГК	2ГК	3ГК	4ГК	1ГК	2ГК	3ГК	4ГК
1 САД	0,48	0,48	-	0,5	-	-	0,5	-
2 ДАД	0,63	0,63	-0,5	-	-	-0,5	-	-
3 ЧП	-	-	-	-	-0,76	-	-	-0,76
4 Инд.Руфье	-0,45	-0,45	-	-	-	-	-	-
5 ИН	-	-	-	-	-	-	-	-
6 Мыш.сила	-	-	-	0,63	-	-	0,63	-
7 Мыш. вын.	-	-	-	-	-	-	-	-
8 КЧСМ	-	-	-	-	0,59	-	-	0,59
9 ЗМР	0,54	0,54	-	-	0,55	-	-	0,55
10 СлЗМР	0,58	0,58	0,73	-	-	0,73	-	-
11 СМР	0,48	0,48	-	-0,61	-	-	-0,61	-
12 СлСМР	0,58	0,58	0,73	-	-	0,73	-	-
13 Числа	-	-	0,47	-	-	0,47	-	-
Об.дисперс.	2,40	2,40	2,30	1,71	1,58	2,30	1,71	1,58
% вклада	18,4	18,4	17,7	13,2	12,4	17,7	13,2	12,4

Примечание: в таблице указаны только достоверные значения коэффициентов корреляции ($P < 0.05$).

У студентов ИС были выделены 4 главные компоненты, охватывающие 61.7% вклада в общую дисперсию. Наибольший процент вклада в общую дисперсию отмечалось у первой главной компоненты (18.4%), в состав которой вошли показатели в равной степени характеризующие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и ЦНС. На основе анализа знаковых значений полученных коэффициентов корреляции, данная компонента может быть использована в качестве комплексного показателя, характеризующего уровень функционального напряжения студентов в процессе трудовой деятельности.

У студентов экологов отмечается подобная картина по компонентным значениям, хотя и не так выражена как у студентов ИС. У данной группы были также выделены 4 главные компоненты, охватывающие 54.8% вклада в общую дисперсию. Наибольший процент вклада в общую дисперсию отмечалось у первой главной компоненты (18.8%), в состав которой вошли показатели частоты пульса, латентное время зрительно- и слухомоторных реакций.

Более выраженная картина, по количеству достоверных корреляционных связей, отмечалась у студентов ИС, что также свидетельствует о более выраженном неблагоприятном влиянии учебного процесса с использованием компьютерных технологий на функциональное напряжение студентов в процессе учебы.

Дополнительным критерием правильности представленного логического объяснения может служить интегральные значения полученные путем матема-

тического вычисления по уравнению компоненты подставляя конкретные значения, полученные в реальных условиях жизнедеятельности.

Так, для выявления компоненты, ответственной за функциональное напряжение организма, была вычислена функция для 1 главной компоненты, формула которой имела вид:

$$Y_{гк1} = 1/24*(0,48 * САД + 0,63 * ДАД - 0,45 * \text{Индекс Руфье} + 0,54 * \text{ПЗМР} + 0,58 * \text{СлЗМР} + 0,48 * \text{ПСМР} + 0,58 * \text{СлСМР})$$

По полученному уравнению, вычислив функцию, можно оценить уровень напряжения организма студентов специальности «Информационные системы» на учебную нагрузку ($P < 0.05-0.01$). Подставляя значения физиологических показателей входящих в формулу 1 компоненты, проведя несложные арифметические операции получаем значение интегрального показателя. Если он меньше или равен 4 у.е. то уровень функционального напряжения оценивается как низкий, если в пределах 4.1-4.5 - средний, если в пределах 4.6-5.0 выше среднего, и если более 5.1 у.е. то высокое напряжение (прогноз неблагоприятен).

В таблице 4. показан пример расчета значения интегрального показателя уровня функционального напряжения организма студента в процессе реальной целенаправленной производственной деятельности.

Таблица 4.

Результаты расчета интегрального значения уровня функционального напряжения при различных исходных значениях физиологических показателей.

САД	ДАД	Руфье	ПЗМР	СлЗМР	ПСМР	СлСМР	Результат
120	80	4	0,31	0,40	0,23	0,31	4,45
130	100	8	0,40	0,45	0,31	0,39	5,11
140	100	6	0,50	0,50	0,41	0,45	5,35
120	80	3	0,28	0,30	0,18	0,23	4,46
140	100	9	0,50	0,50	0,41	0,45	5,29

Проведенные расчеты интегрального показателя уровня функционального напряжения организма студента в процессе реальной целенаправленной производственной деятельности с использованием разработанной математической модели показали, что полученные количественные значения соответствуют результатам, представленных в выше описываемой части текста автореферата, посвященной результатам физиологических исследований.

ВЫВОДЫ

1. По показателям физической работоспособности и резервным возможностям организма напряженность труда студентов ИС значительно превышает таковую у студентов-экологов. Об этом свидетельствуют следующие результаты: у студентов ИС по сравнению со студентами-экологами выше среднее время реакции на звуковые и световые раздражители и время выполнения цифрового теста, по динамике частоты пульса более выраженная напряжен-

ность труда, уровень резервных возможностей организма (индекс Руфье) значительно ниже.

2. Динамика активности механизмов регуляции сердечного ритма свидетельствует о выраженном влиянии образовательного процесса с интенсивным использованием компьютерных технологий на функциональное напряжение организма. У студентов ИС отмечается снижение активности гуморального канала и парасимпатической регуляции за счет повышения активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, увеличение централизации управления сердечным ритмом вследствие активации системы регуляции сосудистого тонуса.

3. Уровень напряжения функционального состояния организма («физиологическая цена») достигнутого приспособительного результата, по результатам метода сквозного корреляционного анализа? у студентов ИС выше, чем у экологов. У студентов ИС наблюдается перераспределение количества связей в сторону большего числа межсистемных связей (соотношение 98/155) по сравнению с экологами (88/112), что свидетельствует о высоком уровне поддержания гомеостаза за счет подключения высших центров.

4. По результатам проведенного корреляционного расчета выявлена достоверная корреляционная зависимость у студентов информационных систем между курсом, номером пары, днем недели и показателями самочувствия, активности. У студентов ИС в большинстве преобладают нелинейные зависимости, свидетельствующие не только об активном воздействии ведущих факторов (номер пары, день, год обучения), но и об их комбинированном влиянии в сочетании с преобладанием в учебном процессе использования компьютерных технологий.

5. Разработана математическая модель оперативной оценки и прогнозирования для комплексной интегральной оценки напряженности труда студентов и шкала комплексной оценки, что позволяет повысить эффективность любого комплекса оздоровительных мероприятий за счет введения целенаправленного подхода на приоритетные факторы.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Оценка и прогнозирование функционального состояния студентов при работе на компьютере. //Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы организации здравоохранения, клинической и экспериментальной медицины». -2003г. Караганда. (соавт.: Н.К.Смагулов)

2. Влияние компьютера на психо-эмоциональное состояние студентов. Этапы становления, современное состояние и фундаментальные проблемы развития образования и науки Казахстана./ Материалы международной научно-практической конференции. 4-5 августа 2003г. Караганда. (соавт.: Н.К.Смагулов).

3. Влияние учебных компьютерных технологии на функциональное состояние студентов //III Международная научная конференция молодых ученых и студентов. КазНУ им.Аль-Фараби. -Алматы. – 2003 (соавт.: Н.К.Смагулов)

4. Влияния учебных компьютерных технологий на психофизиологические показатели студентов // Международной научно-практической конференции, посвященной Году Казахстана в России, 16 мая СКГУ. –Петропавловск. – 2003. (соавт.: Н.К.Смагулов).
5. Оценка «цены» достигнутого приспособительного результата у студентов с использованием метода сквозного корреляционного анализа Материалы V съезда физиологов Казахстана. 26-27 августа 2003 г. (соавт.: Н.К.Смагулов)
6. Влияние образовательных комплексных процессов на показатели реактивной тревожности и САН студентов. //Материалы V съезда физиологов Казахстана. 26-27 августа 2003 г. (соавт.: Н.К.Смагулов).
7. Оценка влияния учебных информационных технологий на функциональное состояние организма студентов на основе математического анализа /Гигиена труда и медэкология. Караганда. –2003. -№ 1.- С.38-41 (соавт.: Н.К.Смагулов).
8. Математическая оценка влияния различных факторов учебного процесса на уровень функционального напряжения организма студентов./ Актуальные проблемы экологии //Материалы II Международной научно-практической конференции. – Караганда. –2003. –С.110-114 (соавт.: Н.К.Смагулов).
9. Методический подход математической оценки и прогнозирования функционального напряжения организма студентов при использовании учебных компьютерных технологий. Методические рекомендации. Караганда. - 2003. 14с. (соавт.: Н.К.Смагулов).