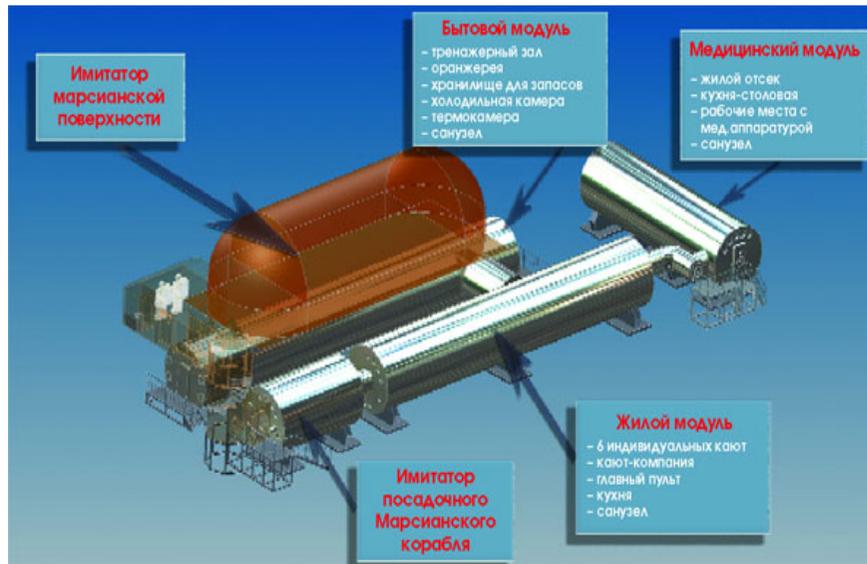




Проект «Марс-500»



***Результаты медико-физиологических
исследований участников 105
суточного эксперимента по проекту
«Марс-500»***

Р.М. Баевский

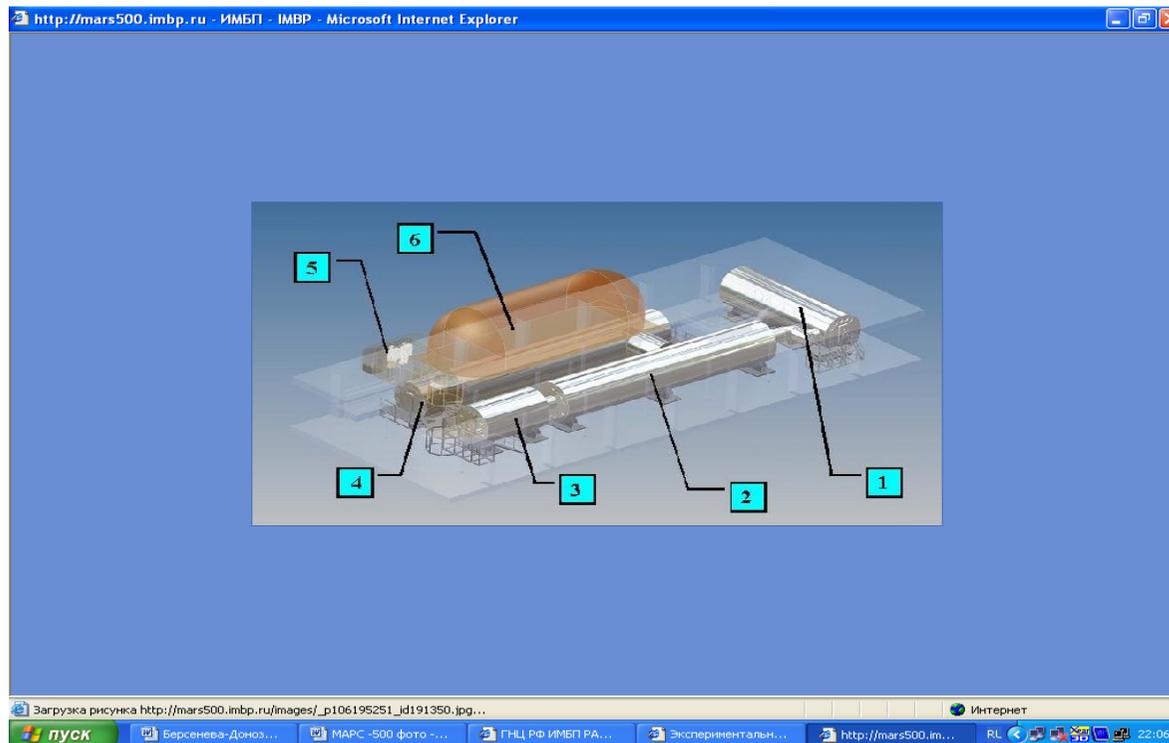
*ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем РАН»,
г.Москва*

***Т.К. Бреус, Л.М. Зеленый, Т.А.Зенченко,
А.М.Мёрзлый***

Институт космических исследований РАН, г. Москва

Эксперимент проводится в наземном экспериментальном комплексе (НЭК) ГНЦ РФ-ИМБП РАН, состоящем из 5 герметичных сообщающихся между собой модулей суммарным объемом 550 куб. м, один из которых предназначен для имитации деятельности на «поверхности Марса». В модулях предусмотрены индивидуальные каюты членов экипажа, кают-компания, рабочие места для проведения медико-биологических исследований, помещение для хранения расходуемых запасов и т.п. Модули оснащены системами аудио- и телевизионной связи.

Группы испытуемых -6 мужчин в возрасте 25-50 лет.



МАРС -500-П

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

параллельных исследований, проводимых в ходе наземного эксперимента, моделирующего пилотируемый полет на Марс

«Исследование адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний при длительном наблюдении за практически здоровыми людьми»

Научный руководитель: д.м.н., проф. Р.М. Баевский

Основные задачи МАРС -500-П

1. Получение научно обоснованных данных о естественной динамике показателей функционального состояния организма в течение 500 дней (1,5-2 года) для **повышения объективности оценок изменений, наблюдаемых в основном эксперименте «МАРС-500».**
2. Проведение в естественных условиях испытаний разработанных применительно к эксперименту «МАРС-500» новой методологии и конкретных **технологий**, направленных на диагностику донозологических состояний.
3. **Определение степени напряжения регуляторных систем и их функционального резерва в различных климато-географических и социально-производственных условиях для прогнозирования возможного перенапряжения и истощения механизмов адаптации, ведущего к развитию патологических изменений.**
4. Получение новых научных данных о долговременной динамике показателей здоровья в разных профессионально-региональных группах в интересах совершенствования системы здравоохранения.

Рабочая гипотеза

Длительное напряжение регуляторных систем ведет к снижению функциональных резервов организма, уменьшению его адаптационных возможностей и в результате к повышению риска развития заболеваний.

- Данное положение должно быть исследовано **экспериментально** с учетом индивидуальных особенностей организма (тип регуляции, возраст) и внешних условий (экологические и социальные условия, вид воздействий, сезонные изменения, и др.) .
- Научное обоснование данной рабочей гипотезы применительно к задачам медицинского обеспечения марсианской экспедиции вместе с развитием **теоретических положений** о функциональных резервах человека составляет теоретическую новизну данного проекта.
- Вместе с тем исследование этой проблемы имеет важное значение для **практической медицины** в плане оценки риска развития

Особенности процессов долговременной адаптации организма к условиям окружающей среды

Процессы долговременной адаптации, ведут к определенной перестройке регуляторных механизмов и к установлению новых функциональных взаимосвязей в организме. Это может привести к повышенному расходованию функциональных резервов организма и существенно увеличить риск развития заболеваний.

Жизнь -это постоянное напряжение механизмов регуляции

б) Естественное «старение» организма проявляется смещением его функционального состояния в сторону увеличения напряжения регуляторных систем и развития донозологических состояний и, таким образом, характеризуется ростом «цены адаптации» к условиям окружающей среды. Как показывают результаты массовых донозологических исследований, за 2 года в условиях производства наблюдалось значительное ухудшение функционального состояния при отсутствии каких-либо дополнительных вредных воздействий.(Берсенева,1991).

Каждый из нас движется от здоровья к болезни с разной скоростью

в) Адаптационно-компенсаторные процессы в организме (в частности, периодическая активация регуляторных систем) протекают естественным путем, независимо от места пребывания человека. При этом период активации-торможения имеет сугубо индивидуальный характер.

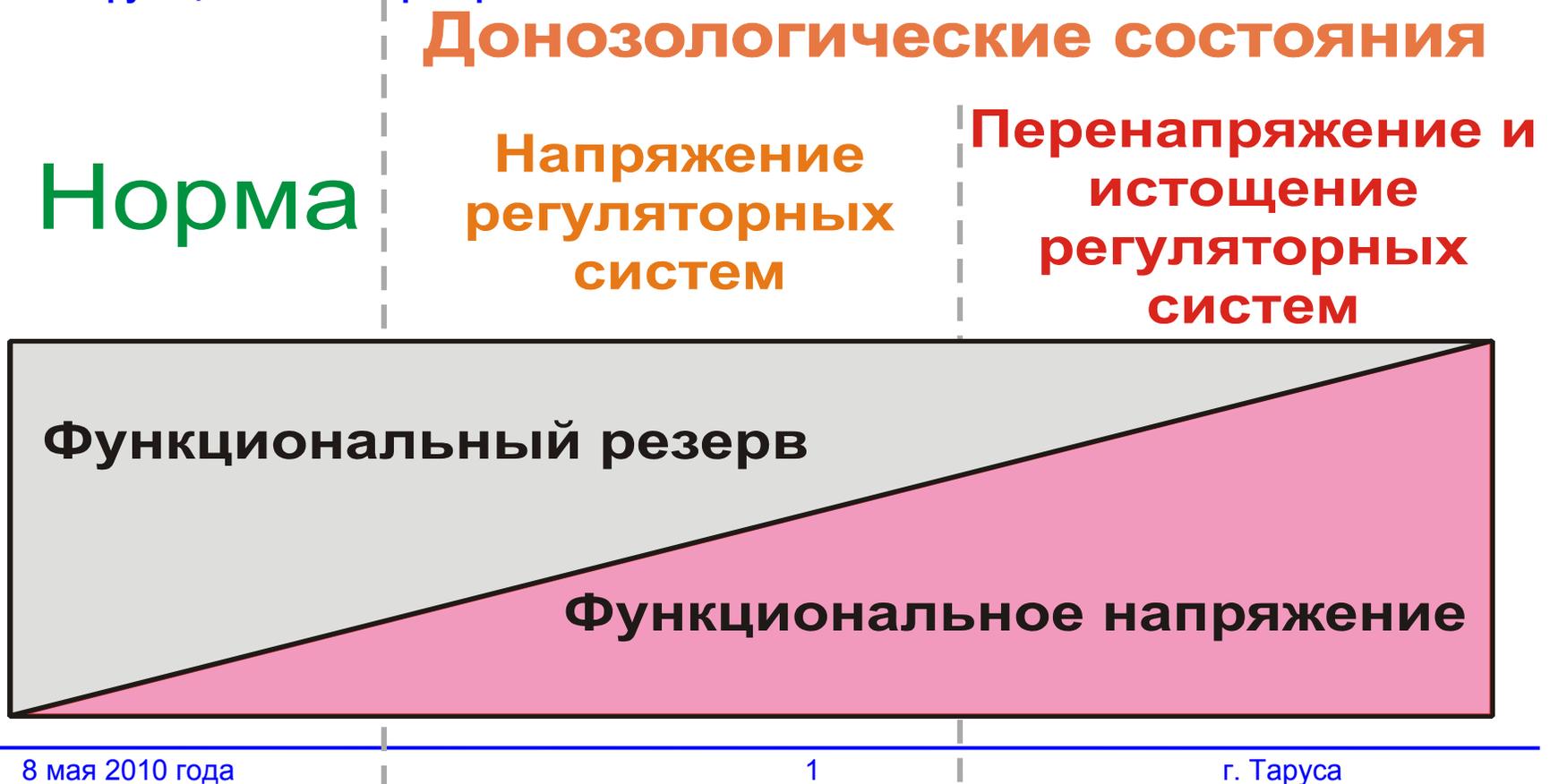
Периодические ухудшения самочувствия вполне закономерны

Рабочая гипотеза

Для оценки процессов долговременной адаптации организма непригодны традиционные клинико-физиологические подходы

Для решения этой задачи должны использоваться методы и технологии, основанные на принципах **донозологической диагностики**

Нормальный уровень функционирования основных систем организма может быть сохранен только в случае, если **не возникает перенапряжения регуляторных механизмов** и **не истощается функциональный резерв**.



Практическое значение

- Планируемые результаты исследований позволят уточнить и более четко сформулировать представления об **адаптационных возможностях организма и о риске развития заболеваний** при длительном наблюдении за практически здоровыми людьми.
- Эти данные будут важны для лучшего **понимания механизмов** адаптации у лиц, находившихся в изоляции в эксперименте «Марс-500».
- Однако, результаты исследований могут иметь и важное практическое значение для совершенствования системы здравоохранения. В частности, участники параллельных исследований могли бы использовать передаваемые им технологии и программно-технические средства для обследования различных групп населения (дети и подростки, работники различных предприятий, лица с хроническими заболеваниями). Это позволило бы оценить уровень здоровья (адаптационные возможности организма) у лиц, проживающих в аналогичных социально-экологических условиях в сравнении с результатами долговременного контроля за состоянием здоровья добровольцев-участников эксперимента «Марс-500» (**Центры здоровья**).

Схема размещения контрольных групп в России и в Европе



Схема исследований в параллельном эксперименте «Марс-500»

Ежемесячно

Электрокардиография
Вариабельность сердечного ритма
Дискретное картирование ЭКГ
Измерение артериального давления
Измерение веса тела
Психофизиологическое тестирование
Анкетный опрос

Ежеквартально

Активная ортостатическая проба
Дозированная физическая нагрузка
Фиксированный темп дыхания
Психофизиологическое тестирование

До и после эксперимента

Осмотр терапевта, хирурга и невропатолога
Анализы крови и мочи
Электрокардиография, Рентген и УЗИ

Комплекс «Экосан-2007»

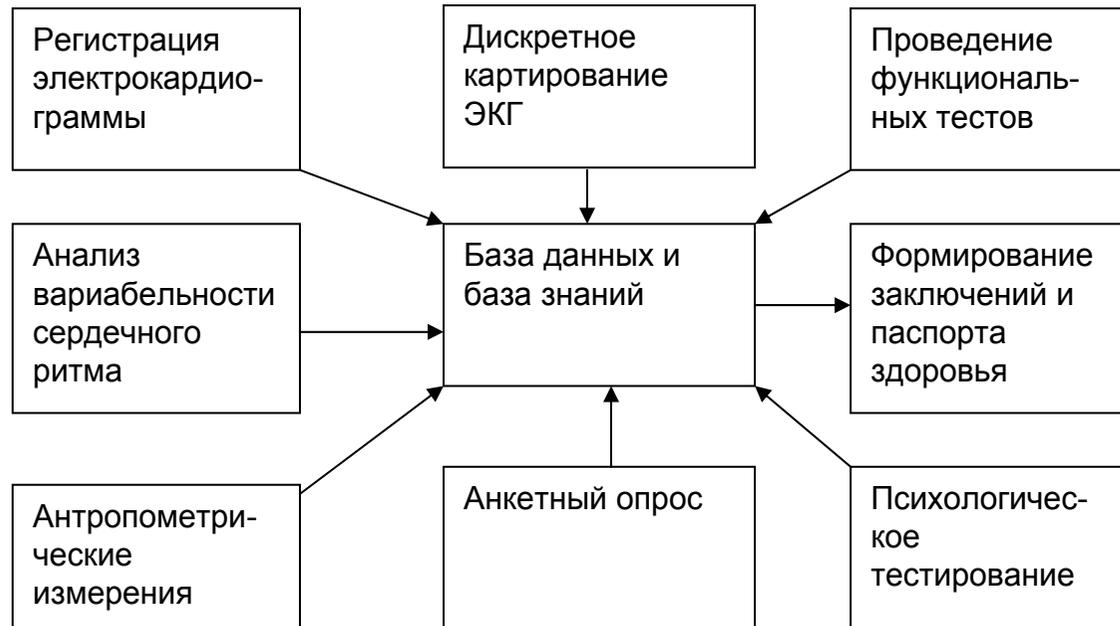


Внешний вид со стороны передней панели комплекса ЭКОСАН

Комплекс «Экосан-2007»

- «Экосан-2007»- это первый прибор нового поколения автоматизированных систем для **донозологического контроля уровня здоровья.**
- Донозологический контроль означает выявление скрытых отклонений в состоянии здоровья, которые не могут быть распознаны традиционными методами.
- «Экосан-2007» является комплексной системой, которая объединяет различные методы для распознавания и оценки функциональных состояний организма на грани нормы и патологии.
- Ведущее место среди этих методов занимают **анализ вариабельности сердечного ритма** и **дисперсионное картирование электрокардиограммы.**
- «Экосан-2007» обеспечивает регистрацию основных показателей гемодинамики и позволяет исследовать резервные возможности кардиореспираторной системы путем применения соответствующих функциональных тестов.
- Кроме того, используются методы анкетного опроса и психологического тестирования, а также антропометрические измерения, включая контроль массы тела и артериального давления,

Комплекс «Экосан-2007»



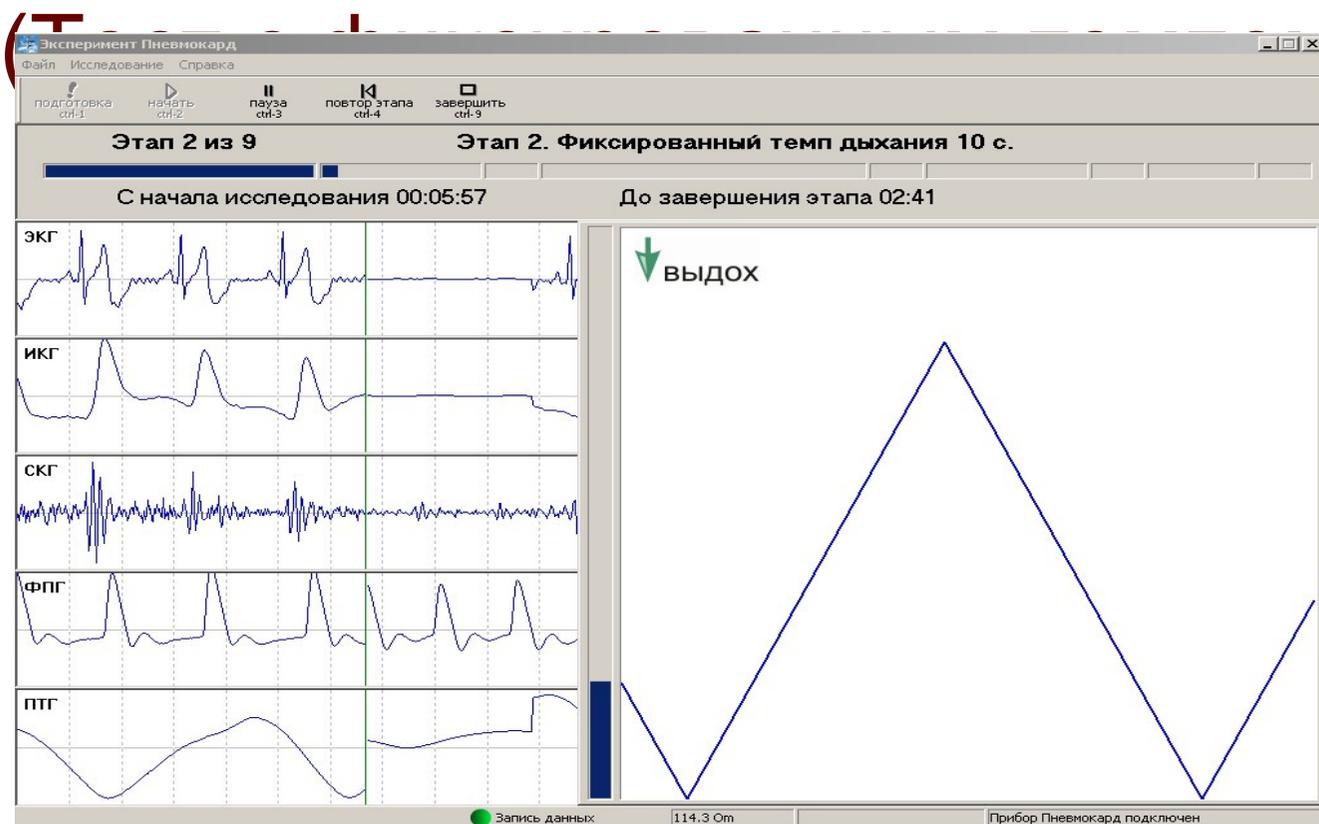
Блок-схема аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007»



Эксперимент «Марс-105»



Образец записи физиологических сигналов комплексом «Экосан-2007»



Дисперсионное картирование ЭКГ

Кардиовизор-6CH - [1 Баевский Р.М.]

Файл Справка

Пациенты

Обследования

Портреты + ЭКГ

Отчет

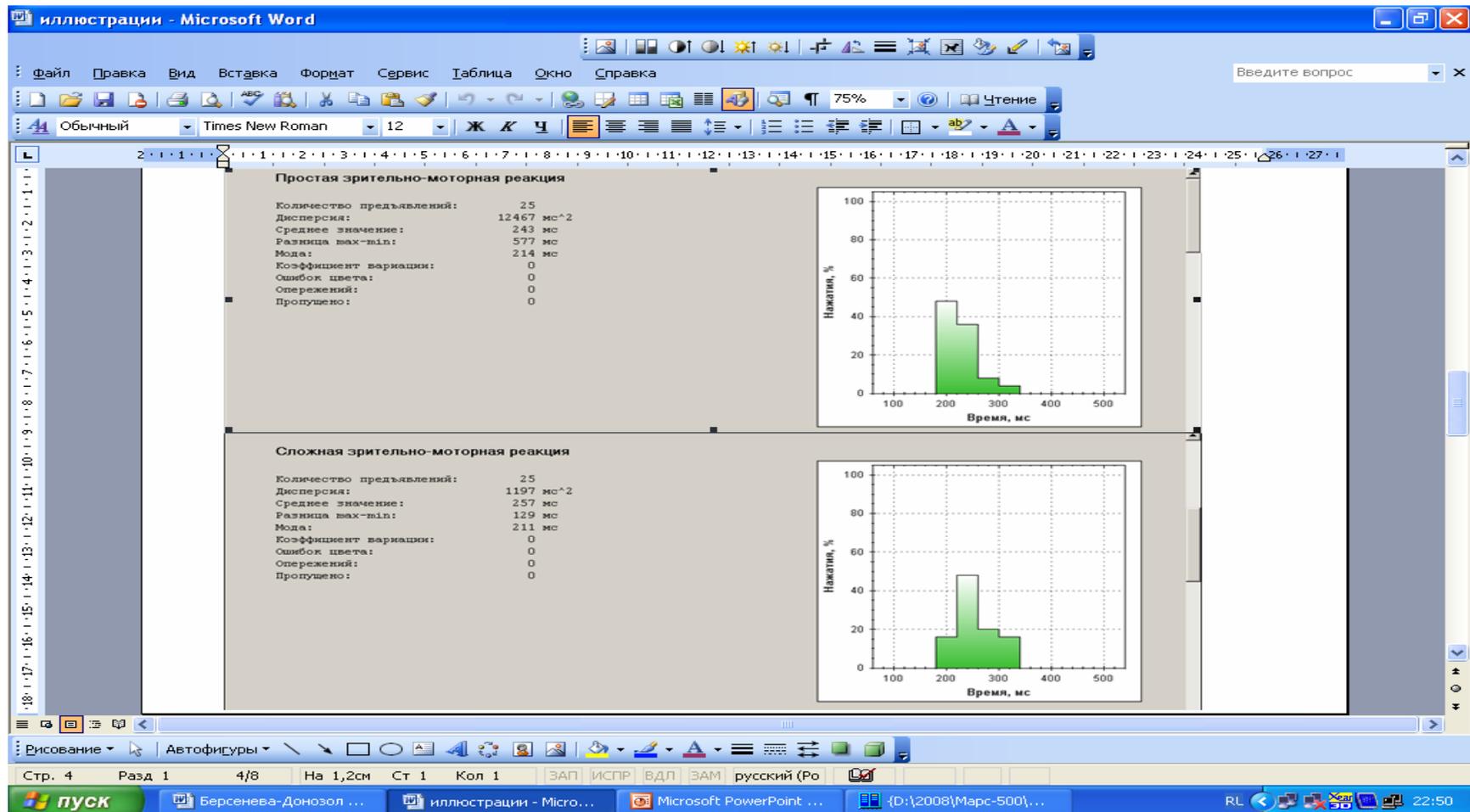
+/-	Миокард	Дата	Время
	15.0	1.1.2008	21:40
	15.0	21.2.2008	08:02
	22.0	23.2.2008	13:44
	17.0	24.2.2008	17:14
	19.0	8.3.2008	18:21

60 сек

Выбор

пуск Берсенева-Донозол ... Microsoft PowerPoint ... {D:\2008\Марс-500}... Кардиовизор-6CH - ... 22:46

Психофизиологическое тестирование



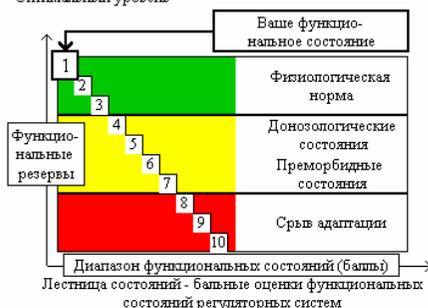
Выходной документ системы оценки уровня стресса по данным анализа variability of heart rate

Иванов Иван Иванович № 3

Дата и время обследования: 22.07.1998 12:33
 Год рождения: 1950 Пол: муж.
 Адрес:

Оценка функционального состояния

Оптимальный уровень



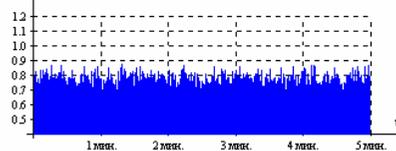
Оценка состояния регуляторных систем

Суммарный эффект регуляции	Нормокардия
Функции автоматизма	Нарушение ритма не выявлено
Вегетативный гомеостаз	Равновесие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы
Вазомоторный (сосудистый) центр	Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра
Симпатический сердечно-сосудистый подкорковый нервный центр	Умеренное ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра

Электрокардиограмма (I отведение)



Ритмограмма



Основные показатели сердечного ритма

Наименование	Знач	Норма
Частота пульса (HR), уд/мин	76	55 - 80
Среднее квадр. отклонение (SDNN), мс	38,5	30 - 100
Коэффициент вариации (CV), %	4,9	3 - 12
Стресс-индекс (SI), усл. ед.	149	50 - 150
Индекс централизации (IC), усл. ед.	1,4	2 - 8
ПАРС (IARS), усл. ед.	(0, -1)	1 - 3
Число аритмий (NArr), %	0,0	0 - 4
Мощность HF, %	40,3	10 - 30
Мощность LF, %	37,4	15 - 45
Мощность VLF, %	18,9	20 - 60
Мощность ULF, %	3,4	

Заключение

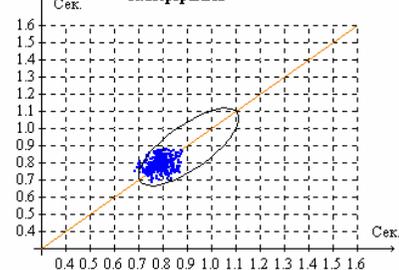
Ваше функциональное состояние характеризуется оптимальным уровнем регуляции физиологических функций. Организм прекрасно справляется со стрессом.

Вам рекомендуется поддерживать этот оптимальный уровень соблюдением режима труда и отдыха, рациональным питанием, систематическими заметными физкультурой и спортом, регулированием трудных нагрузок. Проводить контроль своего функционального состояния возможности раз в год.

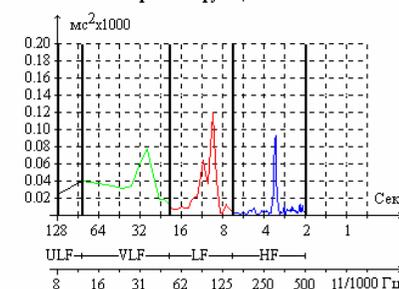
Гистограмма



Скатерграмма



Спектральная функция



Выходной документ системы донозологического контроля

- **Автоматизированная система для донозологического контроля «Экосан -2007»**

- **ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 438**

- Ф.И.О (возраст): Вагнер Курт- 48 лет-

- Дата-23.03.2008-----

Основные функциональные показатели			Состояние системы регуляции		
Показатели	Значения	Норма	Показатели	Значения	Норма
Рост, см	176		SI, с.у	357	50-175
Вес, кг	89		pNN50, %	5	15-40
ЧСС, уд/мин	82	55-75	HF, %	16	15-40
САД, мм.рт.ст	158	до 140	LF, %	62	20-45
ДАД, мм.рт.ст.	90	70 - 90	VLF, %	22	20-45

- Факторы риска: Курение, Малоподвижный образ жизни

- Вероятная патология : Сердце (нитраты)

- **Уровень стресса** ПРИЗНАКИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ
– РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

- **Функциональное состояние** ПРЕМОРБИДНОЕ СОСТОЯНИЕ

- **Уровень здоровья** ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
• ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Основные отклонения, которые требуют внимания врача: 1) Избыточный вес,
• 2) Тахикардия, 3) Повышенное систолическое артериальное давление,
• 4) Увеличение стресс индекса, 5) Повышенная активность симпатического сосудистого центра



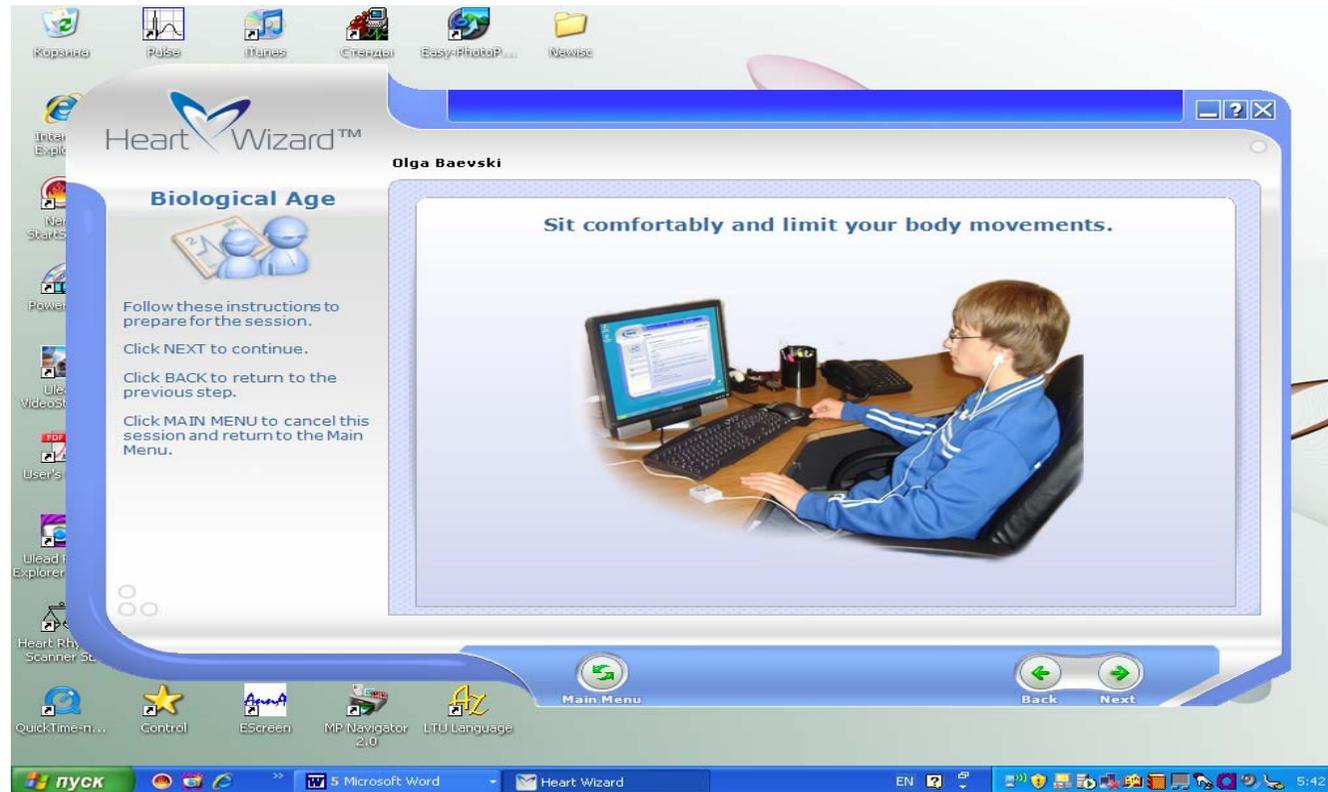
Основные результаты эксперимента «Марс-105» (ИКИ РАН)

- Предложена новая идеология эксперимента.
- Усовершенствована технология эксперимента.
- Выполнена оценка влияния ФОС на исследуемые параметры волонтеров.



Эксперимент «Марс-105»

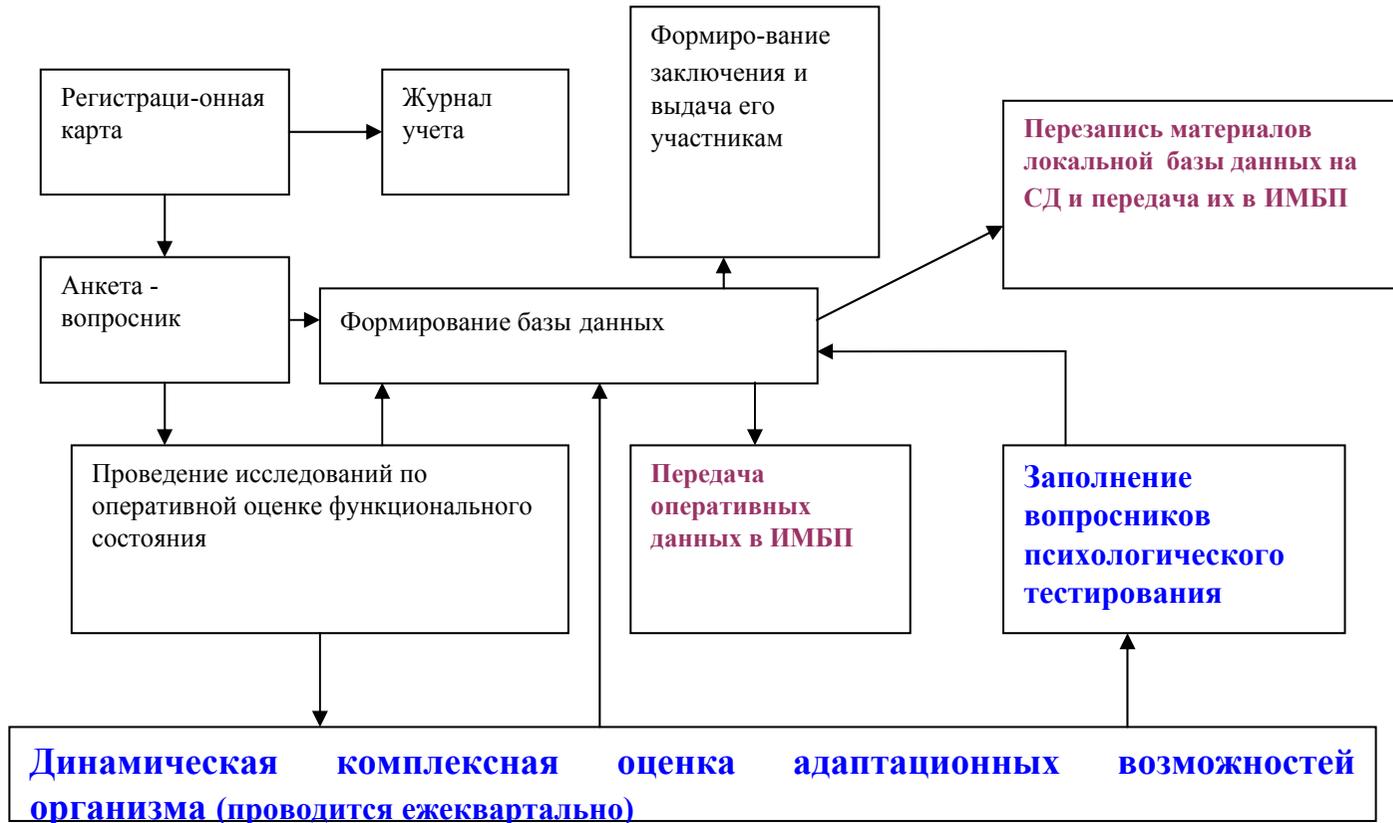
Возможность использования Интернет-технологии для регулярного (ежедневного) контроля функционального состояния



Сеанс медико-экологического исследования с использованием комплекса «Heart Wizard». (Компания «Biocom Technologies», США)



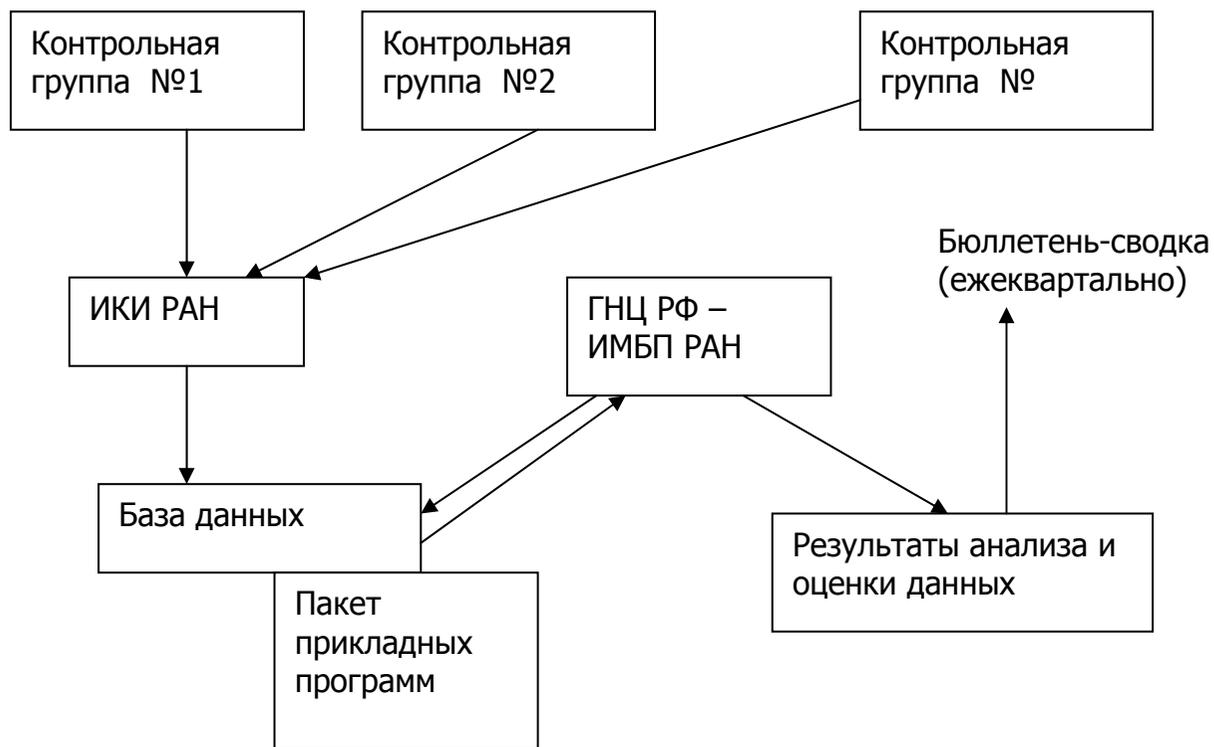
Эксперимент «МАРС-105»



Общая схема исследований по программе «Марс-500 П»



Эксперимент «Марс-105»



Вариант организации сбора и обработки данных в процессе проведения эксперимента «Марс-500»



Эксперимент «Марс-105»

Форма документа оперативной передачи данных

Исследования с: 13.04.2009

Исследования по: 21.04.2009

БД PCNT2: db_pcnt3

БД Кардиовизор: C:\Program Files\KARDi2-CV06s\KARDi2\Db_Vis\Db1

БД Кардиовар: C:\Program Files\RAMENA\DataBase

АПРЕЛЬ

Результаты сбора статистики:

Фамилия	Имя	Пол	Дата		Рост	Вес	САД	ДАД	Самочувствие
			рождени я	Возрас т					
Акименко	Александр	М	24.05.1977	31	175	85	112	80	6
Александров	Олег	М	21.05.1967	41	172	84	125	88	6
Архипов	Алексей	М	22.04.1971	38	176	87	148	83	7
Витязев	Федор	М	12.08.1982	26	180	82	143	82	6



Эксперимент «Марс-105»

При разработке технологии долговременных медико-экологических исследований в различных регионах мира наряду с выбором методов исследования и созданием экспериментальной аппаратуры важное значение имеет решение задач сбора, хранения и передачи информации. Речь идет о создании телемедицинской системы, обеспечивающей передачу данных в ИМБП из различных регионов, ее оперативную обработку и анализ, а также хранение для последующего углубленного анализа. Подобная система была создана и апробирована в течение предварительного 105-суточного этапа исследований по проекту «Марс-500».

Важное место в такой системе занимает специализированная база данных с комплексом прикладных программ для анализа и оперативной обработки результатов исследований



Структура базы данных в эксперименте «Марс-500»





Эксперимент «МАРС-105»

Передача результатов исследований в ИМБП и совместный анализ данных

Одним из условий участия в параллельных исследованиях по программе «Марс-500 П» является регулярная передача данных в ИМБП. Для передачи результатов ежемесячных исследований используются обычные каналы электронной почты. При этом данные каждого исследования передаются как два отдельных файла, которые содержат таблицу с данными по форме «База данных-1» (см. приложение) и заключение по форме таблицы 16. В названии каждого файла указывается фамилии обследованного лица и дата обследования с индексами «В»-база данных и «С» - заключение. Кроме того отдельным файлом направляется выписка-копия из журнала учета, где перечислены все проведенные в данном месяце исследования с №№ регистрационных кар, фамилиями и датами. Таким образом, ежемесячный обмен информацией с Центром донологической диагностики ИМБП будет состоять из 25 файлов, в расчете на среднее число участников-добровольцев в 12 человек.

Данные, полученные в ИМБП от всех участников параллельных исследований, будут оперативно анализироваться для составления сводки-бюллетеня, где будут отражены основные результаты исследований. Это будут 5-6 физиологических показателей, данные о климатических условиях и о функциональном состоянии участников. Сводки будут составляться за каждые три месяца и направляться всем участникам параллельных исследований. В бюллетень будут также включаться аналогичные результаты исследований в основном эксперименте «Марс0500», которые одновременно будут проходить в ИМБП в гермокамере



Эксперимент «Марс-105»

Разработка базы данных (БД) для эксперимента «Марс-500»

- На основании анализа результатов исследований в предварительном 105-суточном эксперименте разработаны основные требования к БД. К их числу относятся: с одной стороны, удобство доступа и анализа данных, с другой – безопасность их хранения и возможности восстановления базы при сбоях и отказах программного обеспечения. Для выполнения первого условия БД должна быть организована на основе новых информационных технологий (разработаны структура и дизайн сайта, организованного на базе ИКИ РАН), для второго – в базе должны сохраняться все исходные файлы зарегистрированных сигналов. Этими соображениями определяется описанная ниже структура БД, состоящая из двух разделов – собственно БД и архив.
- БД представляет собой единый файл, содержащий всю информацию по всем исследуемым добровольцам и обследованиям во всех географических точках. Сохранение БД в формате xls-файла позволяет легко подгружать данные, полученные в новых обследованиях, к общей базе без нарушения структуры.
- БД содержит две части: медико-биологическую и гелиогеофизическую.
- В медико-биологической части содержатся анкетные данные и результаты обследования.
- В геофизической части:
 - временные ряды суточных значений показателей гелиосферы и магнитосферы (планетарные значения);
 - локальные показатели атмосферы (температура, атмосферное давление, относительная влажность) во всех географических пунктах проведения наблюдений



Разработка базы данных для эксперимента «Марс-500»



MARS 500



[Главная](#)

Обновление базы данных было произведено
Thursday, February 25, 2010 11:11:41
[скачать файл](#)

[Эксперимент](#)

[Контакты](#)

[Участники](#)

[Библиография](#)

[Конференции](#)

[Результаты](#)

[Москва ИКИ](#)

[Москва ЦКБ](#)

[Воронеж](#)

[Магадан](#)

[Екатеринбург](#)

[Сыктывкар](#)

[Прага](#)

[Берлин](#)

[Торонто](#)



Разработка базы данных для эксперимента «Марс-500»

ИКИ

MARS
500



- [Главная](#)
- [Эксперимент](#)
- [Контакты](#)
- [Участники](#)
- [Библиография](#)
- [Конференции](#)
- [Результаты](#)



При запросе в базу данных на экране появляется фотоизображение (или эмблема),характеризующая специфику данного региона



Эксперимент «Марс-105»

- В ходе эксперимента «Марс-105» была изучена возможность контроля влияния на организм человека геомагнитной активности. Эта работа была проведена на двух добровольцах, которые ежедневно проводили исследование своих физиологических параметров
- Суточные значения Кр-индекса для характеристики уровня геомагнитной активности были получены с сайта <http://www.sec.noaa.gov/ftpmenu/lists/geomag.html>, значения атмосферного давления, влажности и температуры воздуха по г. Москва с сайта <http://meteo.infospace.ru/>.
- Для обоих обследованных волонтеров была обнаружена достоверная ($p < 0.05$) корреляция показателя САД с основными параметрами, характеризующими уровень напряжения адаптационных резервов организма – стресс-индексом (СИ) и индексом централизации (ИЦ), а также общей мощностью спектра (ТР). Получено, что снижение уровня САД сопровождается активацией симпатического звена вегетативной нервной системы и напряжением адаптационных резервов организма. При анализе показателя ПСМР было получено достоверное повышение скорости реакции при повышении СИ.
- Для обоих волонтеров наблюдалась значительная вариабельность показателей ВСР. Так, для волонтера А наблюдаемые значения СИ за весь период измерений составили от 58 до 256, для волонтера Б – от 64 до 342. Было обнаружено, что значительная часть вариаций измеряемых показателей объясняется их зависимостью от изменений метеорологических и (в меньшей степени) геомагнитных показателей. Достоверная корреляция показателей ВСР с Кр-индексом была показана только для волонтера Б (для ТР и SDNN – положительная, для СИ – отрицательная), в то время как зависимость от атмосферного давления, влажности и температуры воздуха были обнаружены для обоих волонтеров.
- Таким образом, ежедневный мониторинг физиологических и психофизиологических показателей, измеряемых в проекте «МАРС-500», и последующий анализ их зависимости от метеорологических и геомагнитных факторов дает дополнительную информацию, необходимую при анализе вклада внешних факторов в вариации адаптационных возможностей организма в течение эксперимента «Марс-500».



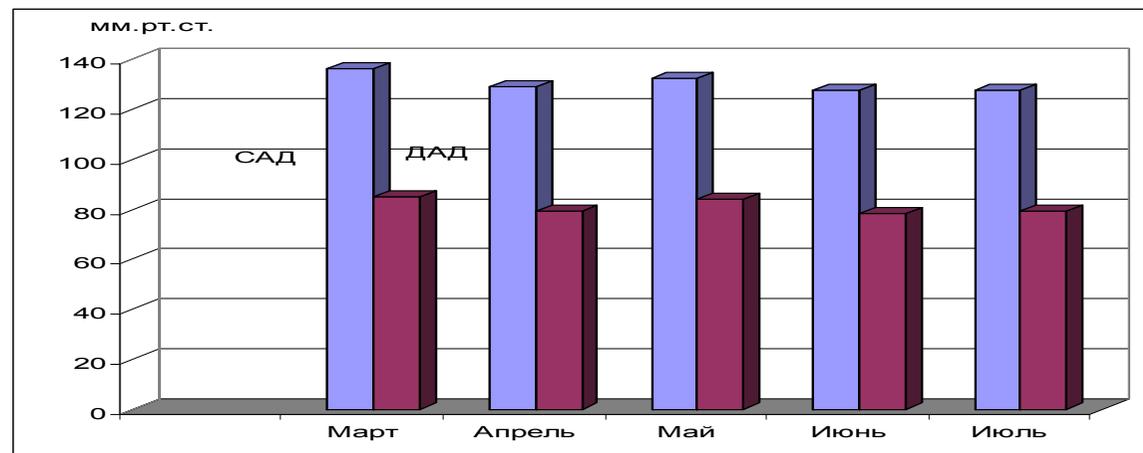
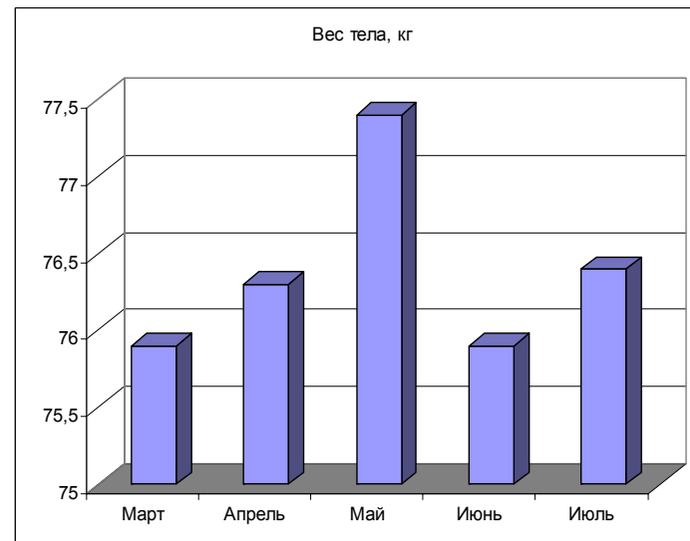
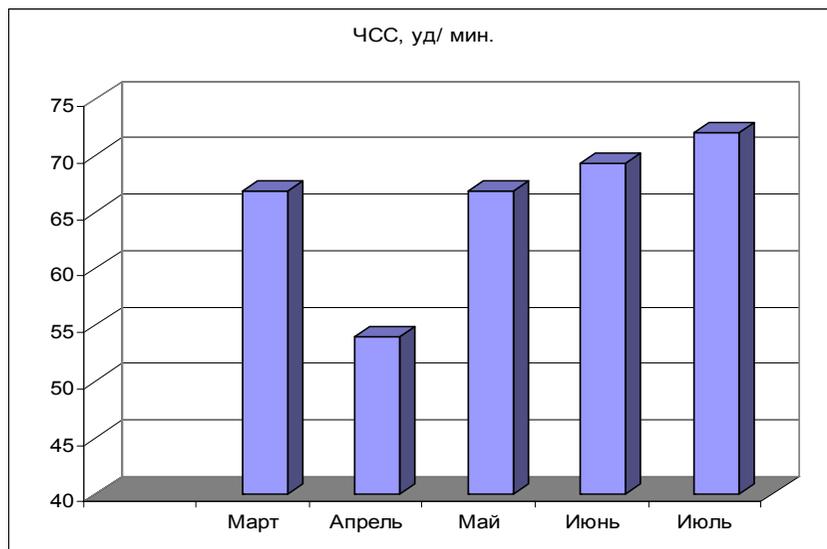
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа результатов медико-экологических исследований, проведенных в различных регионах мира одновременно со 105-суточным экспериментом в гермокамере, проведено уточнение и совершенствование технологии сбора, передачи и хранения информации, сформированы макет базы данных и Интернет-сайта для информационной поддержки основного этапа «Марс-500».

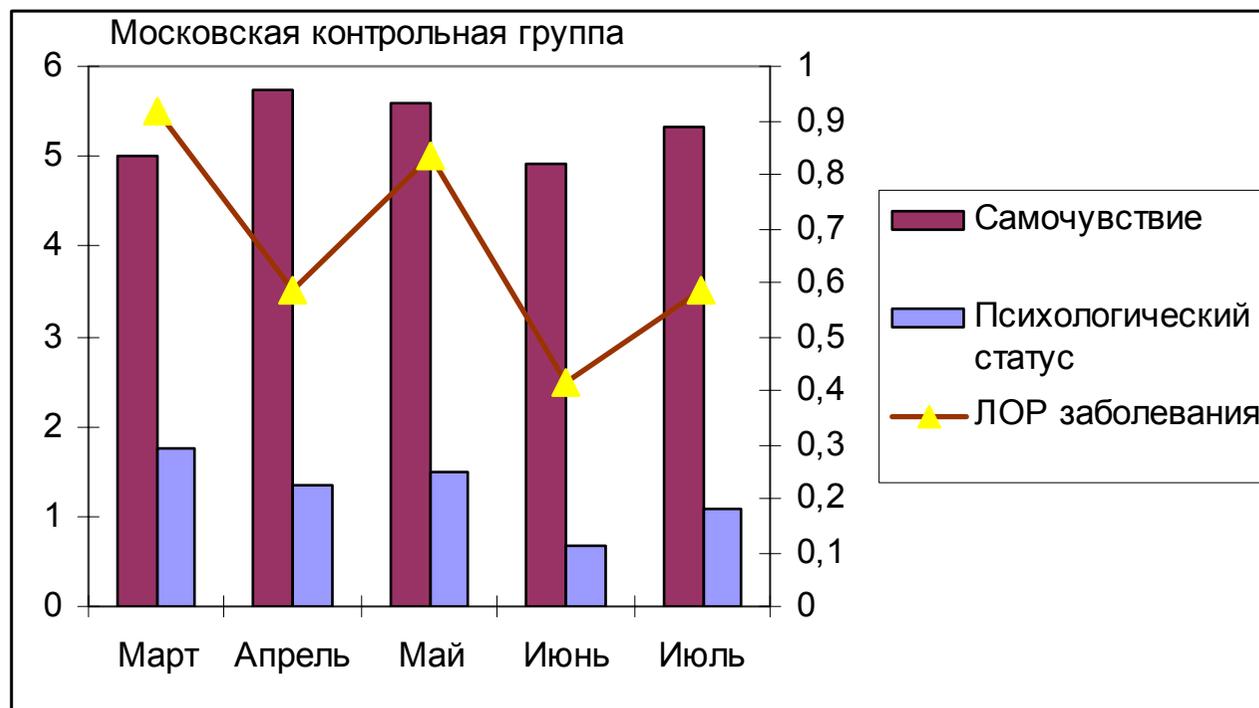
Московская контрольная группа

- Московская контрольная группа была сформирована из сотрудников Института медико-биологических проблем, где проводился и основной эксперимент в гермокамере.
- В состав контрольной группы вошли 12 человек (средний возраст 25 лет). Профессиональный состав- врачи, биологи, инженеры. Исследования были начаты в марте, одновременно с началом исследований в гермокамере. Они проводились ежемесячно и завершились в июле вместе с окончанием эксперимента в гермокамере.
- Испытатели контрольной группы в течение всего времени исследований выполняли основную работу на своих рабочих местах.

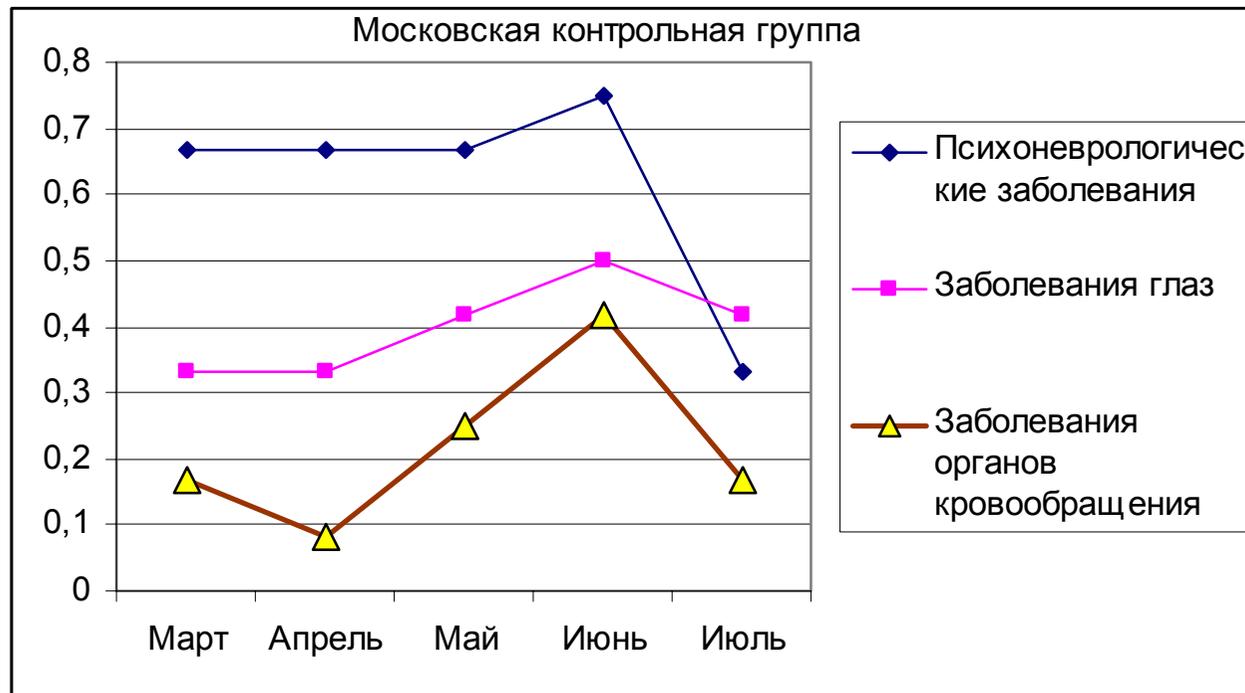
Динамика среднемесячных значений основных гемодинамических показателей и веса тела в московской контрольной группе



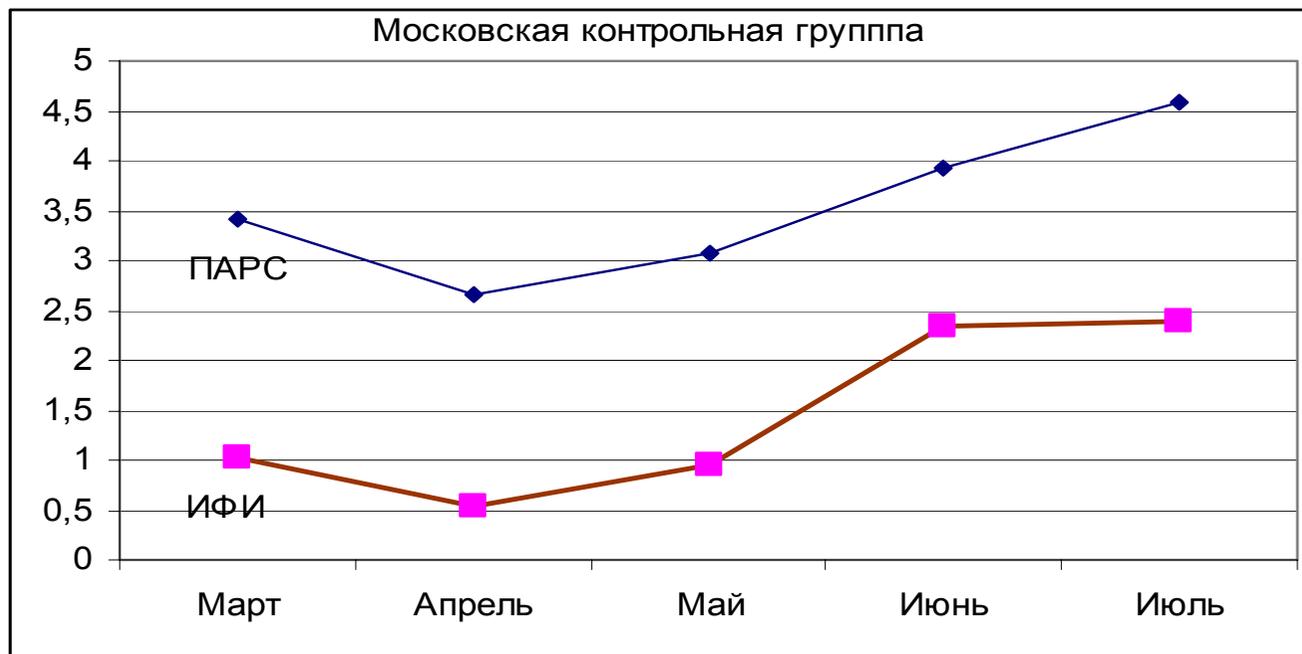
Данные анкетного опроса о самочувствии, психологическом статусе и о наличии простудных (ЛОР) заболеваний



Выраженность жалоб, связанных с психоневрологическими заболеваниями, болезнями органов кровообращения и заболеваниями глаз (в баллах)



Динамика показателей ПАРС и ИФИ

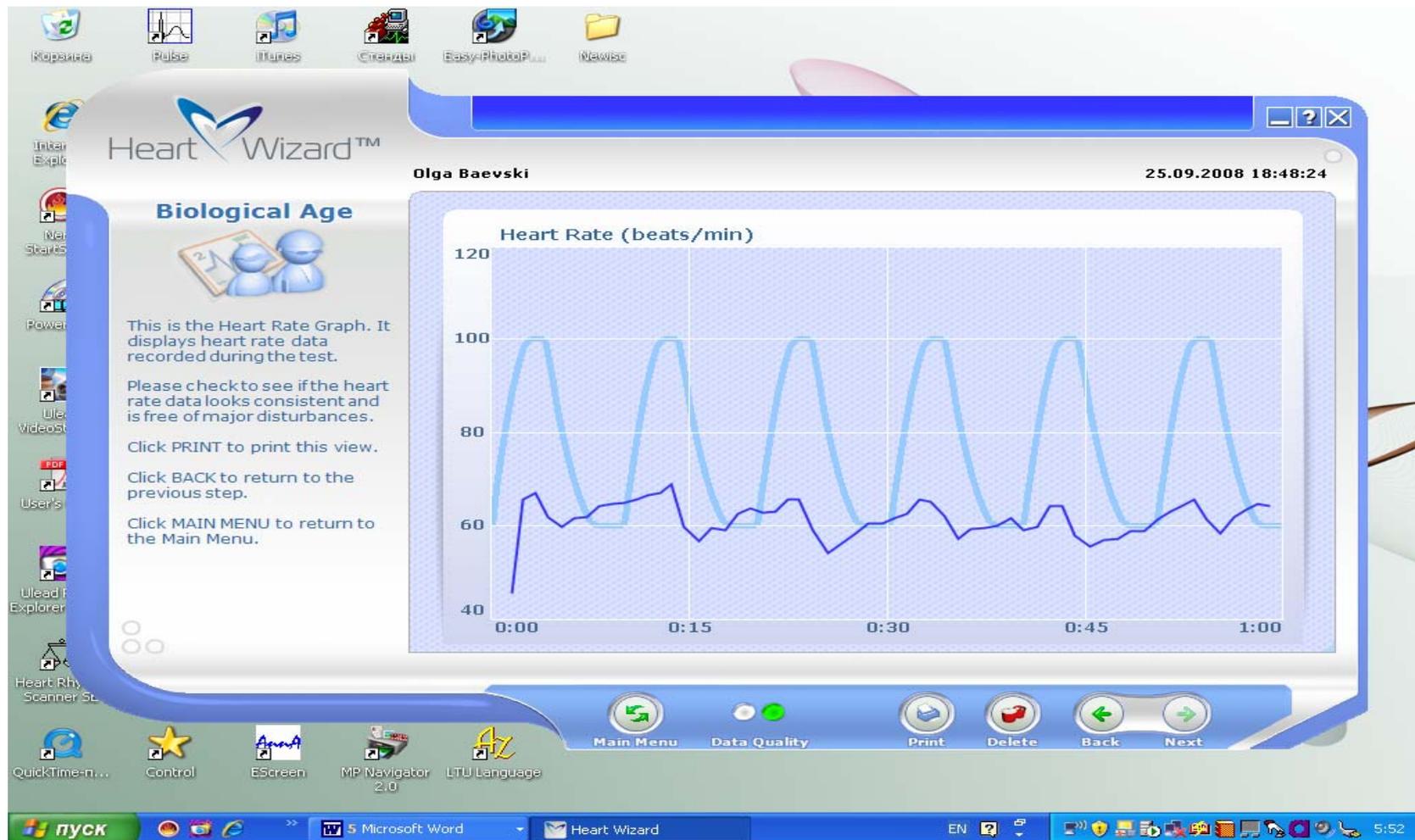


Особенности организации медико-экологических исследований в Канаде

- При организации медико-экологических исследований в Канаде потребовалась разработка нового подхода, акцентированного на индивидуализации исследований.
- В связи с этим был использован опыт американской компании «Biocom Technologies», которой созданы системы контроля индивидуального здоровья на основе применения Интернет-технологий.
- Эта компания является одним из ведущих в Северной Америке разработчиков и производителей приборов для анализа variability сердечного ритма.. В качестве базового прибора был использован комплекс « Heart Wizard», который позволяет проводить измерения показателей ритма сердца в домашней обстановке с помощью ноутбука, подключенного к Интернет-сети

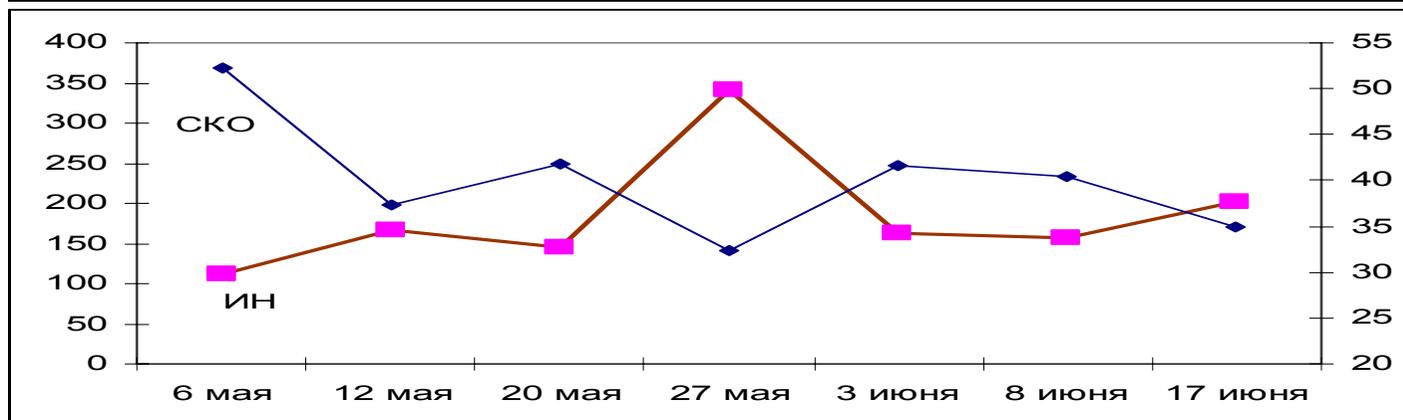
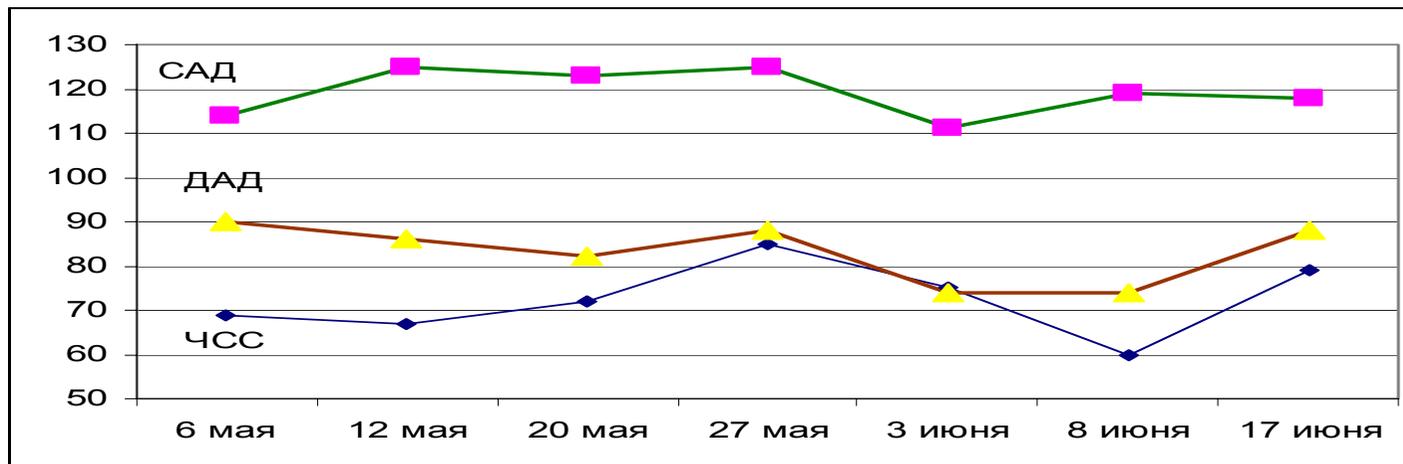
Выполнение теста с фиксированным темпом дыхания (6 дыханий в минуту).

Внизу-кардиоинтервалограмма; вверху- график задаваемого прибором темпа дыхания.



Результаты исследований

Динамика ЧСС, САД, ДАД и показателей variability сердечного ритма (ИН и СКО) у испытуемого Ф. в первой половине 3-х месячного эксперимента



Материалы и методы анализа

- Волонтеры – практически здоровые
 - мужчина, (48 лет, САД/ДАД 115/78, волонтер 1)
 - женщина (42 года, САД/ДАД 108/72, (волонтер 2).
- Измерения январь-февраль 2009 г (всего 38-40 измерений).
- Мониторинг показателей:
 1. АД и ЧСС (бытовой тонометр, трехкратные измерения с интервалом 1-2 мин, регистрация среднего значения);
 2. Индекс миокард;
 3. Показатели вариабельности сердечного ритма (стресс-индекс (СИ), полная мощность спектра (ТР), индекс централизации (ИЦ));
 4. Скорость простой слухомоторной реакции (только волонтер 1).

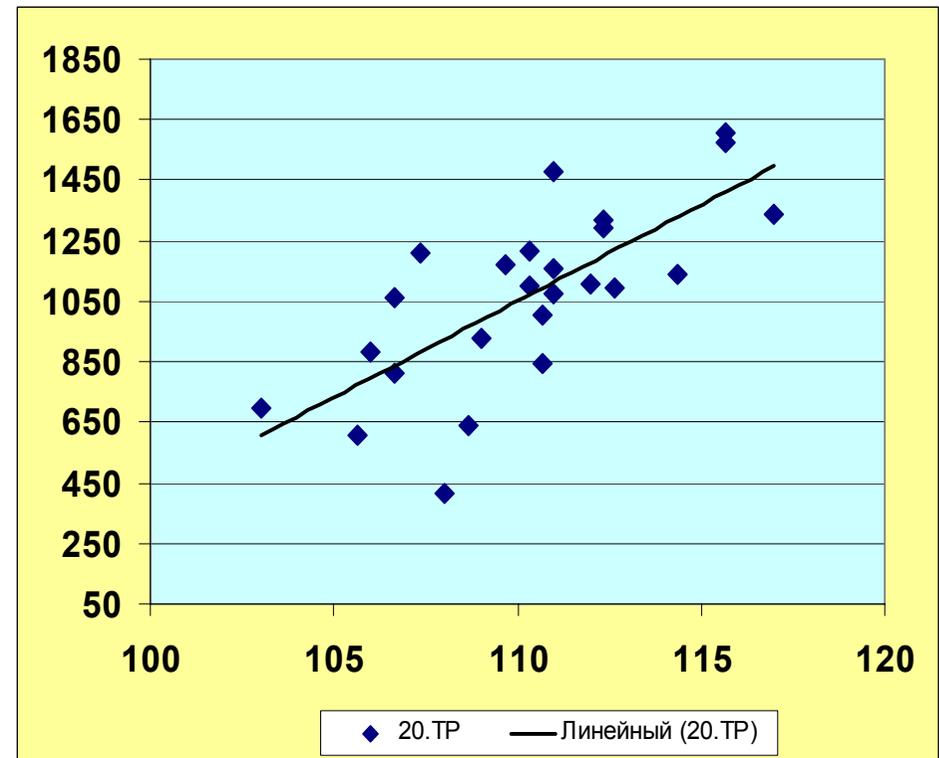
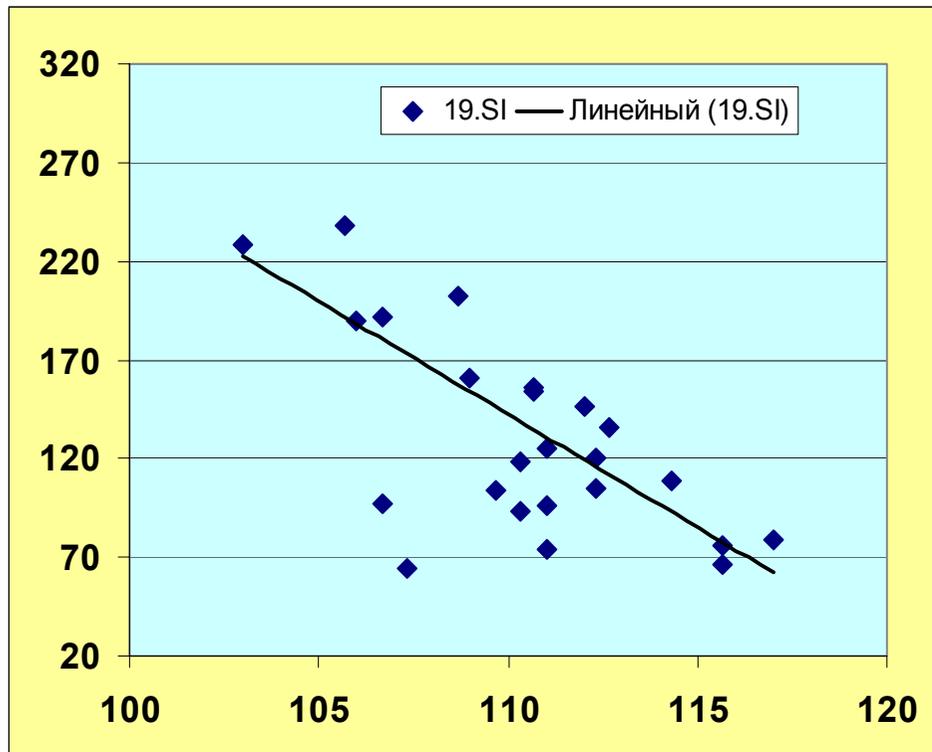
Взаимосвязь физиологических показателей

	Волонтер 1	Волонтер 2
САД и ЧСС	-	-
САД и СИ	-	-
ПСМР и СИ	-	Нет измерений
ПСМР и САД	-	Нет измерений

Вывод: у обоих волонтеров рост АД сопровождается достоверным снижением ЧСС и СИ, т.е. ведет к понижению уровня стресса.

Для волонтера 1 – рост уровня стресса (СИ) приводит к значимому уменьшению времени реакции на звуковой сигнал (возрастанию скорости реакции).

Иллюстрация взаимосвязи показателей артериального давления и показателей уровня стресса (СИ и ТР) для волонтера 2



Зависимость показателей АД и ВСР от внешних факторов

Волонтер 1

Волонтер 2

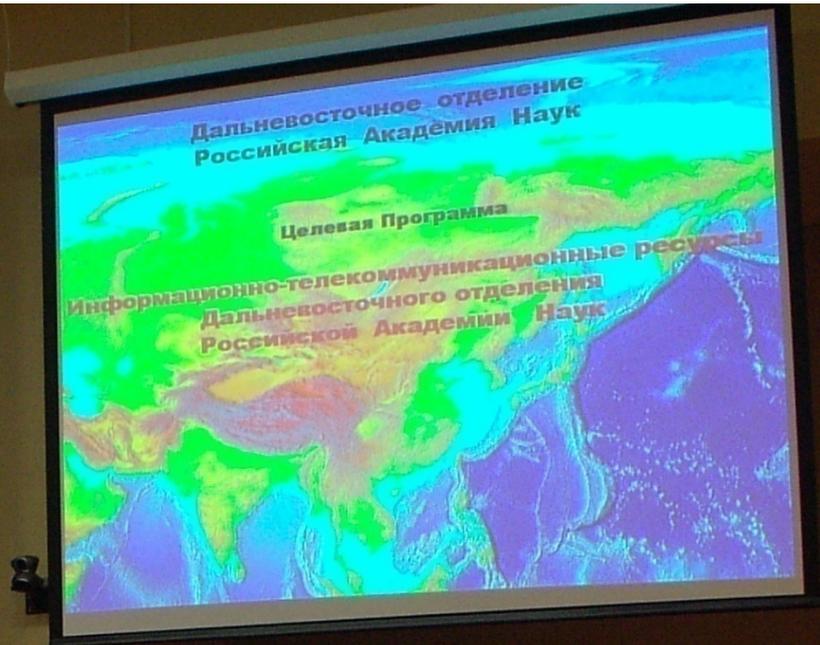
	САД	ВСР (СИ)	САД	ВСР (СИ)
Кр			+	-
Атм. давл		-	+	-
Влажн.	-		-	
Темпер.			-	+

Выводы

- Показатели ВСР в значительной степени связаны с показателями уровня АД (у данных здоровых волонтеров).
- Показатели АД у обоих волонтеров показывают характерную реакцию на действие внешних факторов (повышение в ответ на рост Кр-индекса и на понижение температуры).
- Мониторинг показателей ВСР (СИ, ТР, или их производных) дает дополнительную информацию о направлении реакции организма при повышении уровня АД. В данном случае (волонтеры – нормотоник и слабый гипотоник) рост показателей АД приводит к нормализации вегетативного баланса.
- Согласно предварительным результатам, уровень чувствительности показателей ВСР к внешним факторам сравним с чувствительностью показателей АД.

Выводы

- Интегральный показатель ПАРС в данном случае оказывается не информативным, т.к. отражает изменения сразу по пяти показателям, причем нелинейно – отклонение в сторону доминирования любого из отделов вегетативной нервной системы приводит к повышению ПАРС.
- Индекс миокард также оказался неинформативным для мониторинга функционального состояния в зависимости от внешних факторов в силу слабой вариабельности показателя. Коды детализации проанализированы не были.
- Динамика ПСМР для данного волонтера может объясняться просто изменением уровня стресса



Спасибо за внимание!

