

3. РГА в г. Самаре. Ф. Р-217. Оп. 2-1. Д. 71, 187; Оп. 3-1. Д. 199, 233, 252, 1215, 1392, 1426.
4. РГА в г. Самаре. Ф. Р-217. Оп. 3-1. Д. 24.
5. РГА в г. Самаре. Ф. Р-217. Оп. 2-1. Д. 1.
6. РГА в г. Самаре. Ф. Р-217. Оп. 3-1. Д. 199. Л. 1а.
7. РГА в г. Самаре. Ф. Р-217. Оп. 2-1. Д. 71. Л. 3.
8. Российский информационный технический журнал «Вертолёт» за 2001 №04 С. 6 или с. 10–11 искусства [Электронный ресурс]. – URL: <http://itexts.net/avtor-vertolet-zhurnal/105664-vertolet-2001-04-vertolet-zhurnal/read/page-6.html> (дата обращения: 07.05.2020)
9. РГА в г. Самаре. Ф. Р-217. Оп. 2-1. Д. 187. Л. 5.
10. РГА в г. Самаре. Ф. Р-1. Оп. 352-5. Д. 1120.
11. РГА в г. Самаре. Ф. Р-1. Оп. 525-5. Д. 938.
12. РГА в г. Самаре. Ф. Р-1. Оп. 534-5. Д. 647.
13. РГА в г. Самаре. Ф. Р-1. Оп. 542-5. Д. 889.

УДК 629.7(092)

*Богданова Н.В.*

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЛЕТА Ю. А. ГАГАРИНА В КОСМОС**

*«...Не будем завидовать людям будущего.  
Им, конечно, здорово повезет,  
для них станет привычным то,  
о чем мы можем только мечтать.  
Но и нам тоже выпало большое счастье.  
Счастье первых шагов в космос.  
И пусть потомки завидуют нашему счастью».*

*Ю.А. Гагарин*

Первые исследования по медицинскому обеспечению высотных (стратосферных) полетов в СССР проводились в научно-исследовательском санитарном институте РККА с начала 1930-х годов. В 1935 году был создан авиационный научно-исследовательский институт, преобразованный в 1947 году в НИИ авиационной медицины (НИИАМ). Одновременно, в военно-медицинской академии проводился ряд исследований в области обеспечения скоростных полетов. За эти годы в СССР был

накоплен опыт в испытаниях на перегрузки, вибрации, шум и другие факторы полетов на самолетах. В 1948 году С. П. Королев выступил с обоснованием необходимости разработки проблемы полетов человека на ракетных летательных аппаратах. По его инициативе и в соответствии с указаниями министра вооруженных сил СССР А.М. Василевского проведение соответствующих биологических и медицинских исследований в 1949 году было возложено на Научно-исследовательский испытательный институт авиационной медицины (начальник – А.В. Покровский). Выполнение работ поручалось руководителю Лаборатории гигиены герметических кабин и скафандров Владимиру Ивановичу Яздовскому. В НИИИАМ была открыта первая отечественная научно-исследовательская работа «Физиолого-гигиеническое обоснование возможностей полета в особых условиях» (1951 г.). В ней определялись основные задачи предстоящих исследований, систематизировались неблагоприятные факторы полета и прогнозировалось их влияние на организм, составлялись программы исследований, разрабатывались требования к герметическим кабинам, системам жизнеобеспечения и спасения, а также к контрольно-регистрирующей аппаратуре. Особое внимание уделялось проведению лабораторных и стендовых исследований по изучению влияния отдельных факторов полета на организм животных и практическому обеспечению полетов на ракетах в герметических и негерметических кабинах на высоте до 100 км.

В.И. Яздовский разработал научную доктрину космической биологии и медицины, утвержденную АН СССР и АМН СССР в 1949 году. Она включала следующие основные положения:

- биологические объекты, живая материя в космическом полете пребывают и функционируют в измененных условиях окружающей среды;
- живая материя функционирует в необычной экологической среде с иными взаимодействиями и взаимовлияниями систем организма и факторов полета;
- факторы космического полета первой группы, зависящие от физического состояния и химического состава окружающей среды, крайне агрессивны, поэтому пребывание биологических объектов в полете без защитных средств невозможно;
- факторы второй группы, зависящие от динамики полета ракеты, создают совсем иные условия функционирования всех органов чувств живого организма

при доминирующей роли вестибулярного аппарата. При этом нарушается системность взаимодействия анализаторов, а это приводит к перемещению жидких сред в организме с последующими функциональными изменениями;

– факторы третьей группы обусловлены пребыванием биологических объектов в ограниченных замкнутых объемах корабля с отрывом от обычной социальной среды, с особенностями отправления естественных и гигиенических потребностей, с наличием значительного риска, стресса при комплексном воздействии всех факторов полета.



В.И. Яздовский

Учитывая значительный риск и сложность космического полета, следовало провести большую серию экспериментов на животных по обоснованию возможности ракетных полетов и разработке комплекса мероприятий и устройств по обеспечению их безопасности. В 1951 году начались испытательные полеты животных на геофизических ракетах. В 1953 году в НИИАМ был создан отдел №7 – отряд испытателей, который возглавил Е. А. Карпов. Для работы в отряде привлекались служащие срочной службы. Они участвовали в наземных экспериментах в различной природной среде, баро- и сурдокамерах, на катапульте, центрифуге.

26 мая 1956 года вышла докладная записка М. К. Тихонравова о возможности создания искусственного спутника Земли и полетов человека в космос. 20 апреля 1956 года состоялось первое официальное обсуждение вопроса о полете человека в космос на Междуведомственной комиссии по координации работ по исследованию верхних слоев атмосферы при президенте АН СССР. С докладами выступили В.И. Яздовский «К проблеме полета человека в верхние слои атмо-

сферы» (медико-биологические аспекты полета) и М.К. Тихонравов «О перспективах полета человека в верхние слои атмосферы» (научно-технические предпосылки полета).

В 1956 году в НИИАМ был создан отдел по исследованию и медицинскому обеспечению полетов человека в верхние слои атмосферы (В. И. Яздовский), утверждены темы научно-исследовательских работ: «Исследование возможности выживания и жизнедеятельности животных при длительном полете объектов «Д» и «ОД», «Исследование возможности выживания и жизнедеятельности животных при полетах в герметическом отсеке изделий Р-2А и Р-5 в верхние слои атмосферы».

Всего с июля 1951-го по июнь 1960-го года было выполнено 29 полетов на геофизических ракетах, девять из которых закончились аварийно. Запуски осуществлялись на высоты 100 – 110 км (15), 212 км (11) и 450 – 473 км (3). В стратосферу стартовали 36 собак (некоторые летали по несколько раз), 15 из них погибли. В 1957 – 1961 гг. в СССР проводились следующие биологические эксперименты на биообъектах в орбитальных полетах:

1. Второй искусственный спутник Земли, 03.11.1957, собака Лайка: регистрация ЭКГ, артериального давления, частоты дыхания, двигательной активности. Спутник не имел системы возвращения на Землю.

2. Второй космический корабль-спутник, 19.08.1960, 1 сутки, собаки Белка и Стрелка, мыши, семена, культуры клеток, насекомые: регистрация ЭКГ, артериального давления, дыхания, температуры тела, двигательной активности у собак; первые животные, возвращенные из космоса на Землю.

3. Третий космический корабль-спутник, 01.12.1960, 1 сутки, собаки Пчелка и Мушка, морские свинки, крысы, мыши, семена: регистрация у собак ЭКГ, дыхания, температуры тела, двигательной активности, электромиограммы. Спутник не возвращен по техническим причинам.

4. Четвертый космический корабль-спутник, 9.03.1961, 1,5 часа, собака Чернушка, мыши, морская свинка, мухи, семена, бактерии: регистрация ЭКГ, дыхания сфигмограмма. Спуск осуществлен по программе, животные успешно возвращены на Землю.

5. Пятый космический корабль-спутник, 25.03.1961, 1,5 часа, собака Звездочка, крысы, морские свинки, мухи, семена, бактерии, культуры клеток: регистрация ЭКГ, дыхания, сфигмограммы. Спуск осуществлялся по программе, животные успешно возвращены на Землю.

Проведенные исследования с животными дали возможность обосновать и выдать исходные научные данные для разработки систем жизнеобеспечения, средств индивидуальной защиты, систем дистанционного контроля за состоянием космонавтов, работы всех систем, обеспечивающих безопасность космического полета.

5 января 1959 года вышло постановление ЦК КПСС и СМ СССР №22-10 «Об усилении научно-исследовательских работ в области медико-биологического обеспечения космических полетов». В этом постановлении, в частности, указывалось: «Считать важнейшей задачей Министерства обороны, Академии наук, Академии медицинских наук решение в ближайшие годы всех вопросов, связанных с медико-биологическим обеспечением космических полетов». В соответствии с ним:

– НИИАМ преобразуется в государственный научно-исследовательский испытательный институт авиационной и космической медицины (ГНИИИАиКМ) первой категории, в нем создаются подразделения:

– авиационной и космической гигиены кабин и скафандров, обмундирования и специального снаряжения, питания, авиационной и космической токсикологии;

– авиационной и космической физиологии с отделами высотной физиологии, ускорений и невесомости, физиологии слуха, речи и вестибулярного анализатора, физиологической оптики;

– специальных научных исследований с отделами медицинского обеспечения безопасности полетов на ракетах, медицинских исследований воздействия факторов космического полета, медицинского отбора и подготовки экипажей ракетных кораблей.

В самостоятельные подразделения входят отделы: медицинского изучения летного труда, психологии, медицинского изучения летных происшествий, био-

химических и радиобиологических исследований, разработки научно-экспериментальной аппаратуры

Начальником ГНИИИАиКМ был назначен доктор медицинских наук, профессор А.Г. Кузнецов, а начальником 3-го направления – В.И. Яздовский. Этим же решением было предложено создать в системе МО Центр подготовки космонавтов.

Кандидатов в космонавты решено было отбирать из числа летчиков истребительной авиации. С.П. Королев отмечал: «Летчик-истребитель – это и есть требуемый универсал. Он летает в стратосфере на одноместном скоростном самолете. Он и пилот, и штурман, и связист, и бортинженер...» «...к моменту старта космического корабля в его кабине должен находиться пилот, способный выполнить куда более сложный и трудный полет, чем тот, что ему предстоит». В 1959 году начался поиск и отбор кандидатов в космонавты, в связи с чем была открыта тема: «Разработка принципов отбора членов экипажей ракетных летательных аппаратов». Руководители темы: д.м.н. В. И. Яздовский – ГНИИИАиКМ и к.м.н. М.Д. Вядро – Центральный научно-исследовательский авиационный госпиталь (ЦНИ-АГ). Отбор кандидатов был очень жесткий: из более двух тысяч пилотов, просмотренных врачами в частях, на госпитальное обследование было направлено 206 человек, признаны годными – 29 человек. 11 января 1960 года Главком ВВС маршал К.А. Вершинин издал директиву №321141 «О формировании Центра подготовки космонавтов ВВС и отряда космонавтов» (ЦПК, войсковая часть №26266). 7 марта 1960 года в ЦПК была зачислена первая группа слушателей-космонавтов (12 чел.), положившая начало отряду космонавтов. Вскоре были зачислены еще 8 чел. В первую группу вошли: майор П.И. Беляев, капитаны В.М. Комаров и П.Р. Попович, старшие лейтенанты И.Н. Аникеев, В.Ф. Быковский, В.В. Бондаренко, В.С. Варламов, В.В. Волынов, Ю.А. Гагарин, В.В. Горбатко, Д.А. Заикин, А.Я. Карташов, Г.Г. Нелюбов, А.Г. Николаев, М.З. Рафиков, Г.С. Титов, В.И. Филатов, Е.В. Хрунов, Г.С. Шонин и лейтенант А.А. Леонов. В первом отряде космонавтов были девять лётчиков ВВС, шесть лётчиков ПВО и пять лётчиков морской авиации (ВМФ).

В общей системе подготовки космонавтов медико-биологические тренировки занимали ведущее положение и включали: занятия на бегущей дорожке,

качелях Хилова и в кресле Барани; испытания в баро-, термо- и сурдокамерах; на вибростенде и центрифуге, при чем нагрузки постоянно возрастали. Е.А. Карпов вспоминал: «Более всего проявилось негативное отношение будущих космонавтов, пожалуй, к «мероприятиям» медико-биологического раздела подготовки, к повторявшимся одним и тем же медицинским обследованиям, к повторным тренировкам тепловыми нагрузками да и к малоприятным, мягко говоря, вестибулярным тренировкам на вращающемся кресле. Потребовалось провести немало бесед с тем, чтобы убедить некоторых слушателей в необходимости проведения данных работ и справедливости их включения в программу подготовки к первым космическим полетам». Важным являлось изучение психофизиологических особенностей каждого космонавта в целях более полного определения его возможностей в профессиональной деятельности. Огромное количество времени отводилось физической подготовке, парашютным прыжкам, полетам на специально оборудованных для создания кратковременной невесомости самолетах-лабораториях.

В ноябре 1960 года для дальнейшей интенсивной подготовки космонавтов были отобраны шесть кандидатов: Ю.А. Гагарин, Г.С. Титов, А.Г. Николаев, П.Р. Попович, В.Ф. Быковский и Г.Г. Нелюбов. С марта 1960 г. по январь 1961 г слушателями были выполнены следующие испытания и тренировки:

- с целью проверки переносимости кислородного голодания – 4-кратные испытания в барокамере «на разных высотах»;
- с целью проверки переносимости перегрузок – испытания на центрифуге – дважды при 3-8g («голова-таз», 40 сек.), 13 раз при 7-12g («спина», до 13 мин.);
- с целью проверки индивидуальных особенностей нервно-психической устойчивости – испытания в сурдокамере (10-15 суток);
- ознакомительные и тренировочные испытания (9) в термокамере при  $T=70^{\circ}$ , влажности 10% (от 30 мин. до 2 час.);
- испытания на переносимость вибраций– 50 гц, 0,5 мм в течение 1 часа;
- ознакомительно-тренировочные полёты на самолёте УТИ-МИГ-15 в условиях невесомости – 4-5 полетов по три «горки»; общее время – 6-8 мин. Изучались функции систем организма, а также прием воды и пищи;



Ю.А. Гагарин. Тренировка на центрифуге

Летом 1960 года выполнялась парашютная подготовка: 35–37 прыжков с высоты – 800-4000 м, с задержкой раскрытия парашюта на 50 сек.; 1 прыжок – на воду. Физическая подготовка осуществлялась в 2 этапа: групповые занятия и индивидуальные. Теоретическая подготовка включала: марксистско-ленинская тематика – 46 ч., ракетная и космическая техника – 96 ч.; конструкция объекта «Восток-3А»-89 ч.; космическая и авиационная медицина и обеспечение жизнедеятельности в космическом полете – 122 ч. (196 ч.); курс астрономии – 33 ч.; курс географии – 22 ч., курс киносъемки - 65 часов.

С 26 июля по 5 августа 1960 г. Ю. А. Гагарин проходил испытания в сурдобарокамере ГНИИИАиКМ. Космонавт закрывался в барокамеру со звуконепропускаемыми стенами, в которой исследовалось влияние на человека измененного давления при сенсорной депривации (отсутствие света и звука). Рабочее место космонавта в барокамере было оборудовано как кресло, наподобие сидения в пассажирском самолете со своей системой жизнеобеспечения. На ночь оно раскладывалось, и космонавт имел возможность спать. Одеяла и подушки передавались заранее, в барокамеру никто не входил. Питание на все дни также вносилось заранее и было расфасовано по коробкам. Это был специальный рацион – то, что космонавты должны были употреблять на орбите. По воспоминаниям участников испытаний Гагарину не вся еда приходилась по вкусу. В дневнике, который он вел в ходе эксперимента, он поставил питанию не самую высокую оценку. Для оценки скорости переключения внимания с одного объекта на другой Ю. А. Гагарину неоднократно проводился тест Горбова–Шульте, который он выполнял весьма успешно.



29.07.60г. 1ч. 00 мин.

Температура в камере  $t_1 = 23^\circ$   $t_2 = 24^\circ$   
Влажность в камере  $\varphi_1 = 57\%$   $\varphi_2 = 49\%$   
Температура тела -  $36,2^\circ$  Пульс -  $54$  уд/мин  
Все системы работоспособны хорошо. Самочувствие хорошее, настроение бодрое.

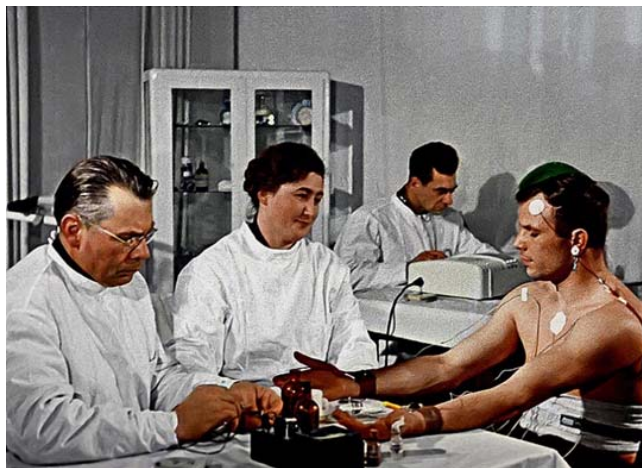
Записи Ю.А. Гагарина о ходе эксперимента в барокамере

В ходе подготовки к космическому полету важное место отводилось наземным исследованиям в герметизированном макете корабля «Восток». Для космонавтов, находящихся в полетном снаряжении в герметической кабине они являлись специфической нервно-психической и физической нагрузкой. При этом проводились эксперименты со следующими задачами: отработка и уточнение элементов полетного задания; получение исходных фоновых данных, характеризующих состояние нервно-психической сферы, работоспособности и основных физиологических функций космонавтов при пользовании летными системами жизнеобеспечения. Проверялись индивидуальная подгонка летных скафандров, методы крепления электродов и датчиков для регистрации физиологических функций, уточнялся рацион питания.

Для обеспечения врачебного контроля за состоянием космонавтов и сбора научной информации была разработана специализированная бортовая медицинская аппаратура «Вега-А», а также использовались радиотелеметрические, радиопереговорные и телевизионные системы.

При подготовке к полету Ю. А. Гагарин успешно прошел все испытания и тренировки. Вот как отмечали врачи его состояние перед полетом по результатам обследования 10 апреля 1961 года: *«По данным наблюдения с момента приезда на техническую позицию — признаков подавленного настроения, нервной напряженности, повышенной аффективности нет. Спит хорошо. Быстро засыпает, легко просыпается. Сон спокойный. Охотно занимается физической подготовкой и спортом. Полная рабочая адекватность поведения и эмоциональных реакций, хорошая восприимчивость, интерес к делу. Внимание устойчивое, хорошо концентрируется. В общении проявляет чувство здорового юмора, легко и с удовольствием шутит и воспринимает шутки. В манере держать себя, в высказы-*

*ваниях обнаруживается целеустремленность к предстоящему заданию, уверенность в себе без каких-либо внешних признаков тревожности и напряженного ожидания. Будучи свидетелем запуска другого объекта проявил живой интерес без признаков волнения и без последующей угнетенности».*



Обследование Ю.А. Гагарина перед полетом

В ходе полета Ю.А. Гагарина аппаратура «Вега-А» обеспечивала регистрацию электрокардиограммы и частоты дыхания космонавта в сеансах связи космического корабля с Землей. Кроме того, с помощью входящего в ее состав электрокардиофона, обеспечивалась непрерывная подача сигналов пульса на звуковых частотах по каналу бортового радиопередатчика «Сигнал» на Землю. Радиационная обстановка во время полета Ю.А. Гагарина была благоприятной. По показаниям бортовой дозиметрической аппаратуры, космонавт получил в полете ничтожно малую дозу ионизирующего излучения – до 1 мрад. Результаты медицинских обследований Ю.А. Гагарина в период и после выполнения космического полета, полученные совместно специалистами ИАиКМ, ЦВНИАГ, ЦПК и учреждений Минздрава СССР, показали, что во время выведения на орбиту и в условиях невесомости космонавт чувствовал себя хорошо. За большой вклад в подготовку и осуществление космического полета Ю.А. Гагарина ИАиКМ в 1961 году был награжден орденом Красной Звезды, а 92 сотрудника института были удостоены высоких государственных наград.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

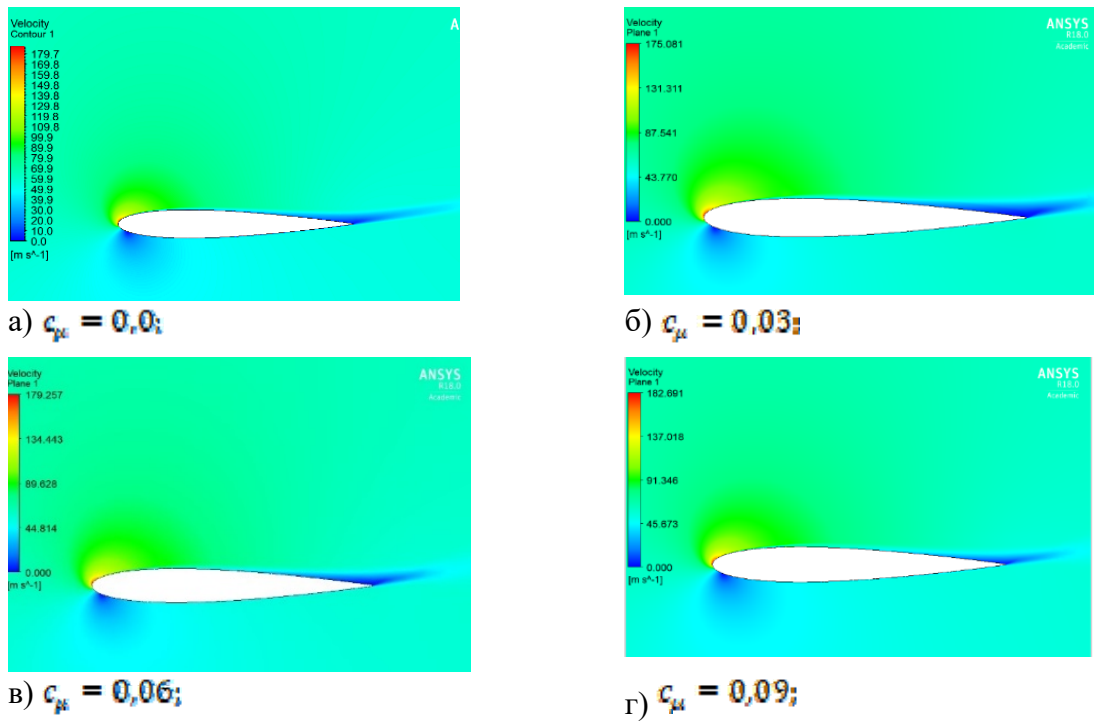


Рис. 1. Поля скоростей при различном коэффициенте импульса струи

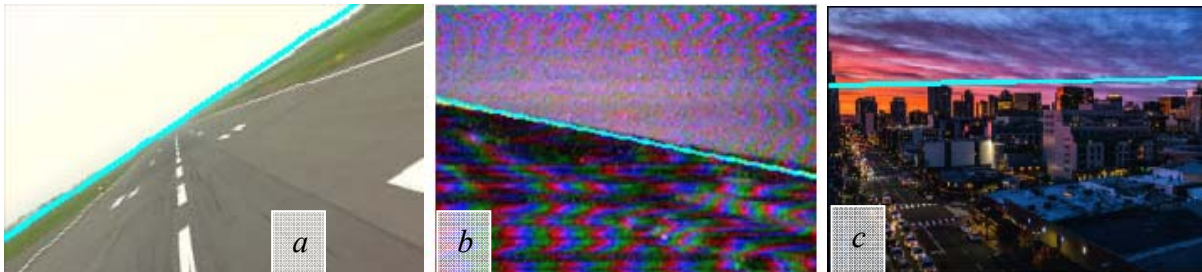


Fig. 2.



Fig. 3. Dual-channel parallel visual content GPU-accelerated processing



Fig. 4. Triple-channel parallel visual data GPU-accelerated processing



Fig. 5. Design of architecture of the distributed computational NVIDIA Jetson based GPU-accelerated clustering system