

Уроки истории *Lessons from History*

DOI: 10.31857/S020596060024506-8

К ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ БИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

ВЛАДИМИРСКИЙ Антон Вячеславович — Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы; Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1; Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет); Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; эл. почта: a.vladzimirsky@npscmr.ru

© А. В. Владзимирский

В статье рассматриваются основные этапы становления и научно-практической деятельности Свердловской биотелеметрической группы как научной школы В. В. Розенблата. В начале XX в. развитие физиологии потребовало принципиально новых медико-технических решений для фиксации в реальном режиме времени физиологических данных биологического объекта, находящегося в свободном движении. Появилось новое направление медицинской науки и техники — «динамическая биорадиотелеметрия». С середины 1950-х до конца 1970-х гг. в Свердловске работало неформальное научное объединение инженеров и врачей, получившее название Свердловской биотелеметрической группы. Ее научным руководителем был профессор В. В. Розенблат, а общее руководство инженерно-конструкторской работой осуществлял Л. С. Домбровский. В 1955–1960 гг. группой был создан первый надежный прибор для дистанционной фиксации частоты пульса. Период с 1960 по 1970 г. стал временем расцвета ее активности и продуктивности. Количество участников группы возросло примерно до 20 человек. Ею были разработаны более 50 оригинальных приборов, уникальных датчиков, передающих и принимающих устройств, созданы оптимальные методики фиксации биотоков и биосигналов. После 1970 г. наиболее значимым является применение компьютерной техники для автоматизированного сбора и анализа результатов биорадиотелеметрии. Серия оригинальных приборов группы применялась в советской программе освоения космического пространства. Итогом десятилетий ее работы стало обоснование динамической биорадиотелеметрии как комплекса технологий и методологий для получения принципиально новых знаний о функционировании организма человека во время разных видов деятельности. Благодаря Свердловской биотелеметрической группе была создана научная основа для развития космической медицины, сформулированы принципы тренировки и подготовки спортивных

команд, реабилитации, нормирования труда в разных сферах деятельности, социальной экспертизы.

Ключевые слова: В. В. Розенблат, Л. С. Домбровский, Свердловская биотелеметрическая группа физиология, биорадиотелеметрия, телемедицина, радио.

Статья поступила в редакцию 7 мая 2022 г.

TOWARDS THE HISTORY OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE SVERDLOVSK BIOTELEMETRY GROUP

VLADZYMYRSKY Anton Vyacheslavovich – Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department; Ul. Petrovka, 24, str. 1, Moscow, 127051, Russia; I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); Ul. Trubetskaya, 8, str. 2, Moscow, 119991, Russia; E-mail: a.vladzimirsky@npcmr.ru

© A. V. Vladzymyrsky

Abstract: The article discusses the main stages in the formation and the research and practical work of the Sverdlovsk Biotelemetry Group as a scientific school led by Professor V. V. Rozenblat. In the early 20th century, the development of physiology demanded fundamentally new medical and technical solutions for real-time recording of physiological data in free-moving biological objects. A new direction of medical science and technology – dynamic bioradiotelemetry – has emerged. An informal scientific association of engineers and doctors, the Sverdlovsk Biotelemetry Group, worked in Sverdlovsk from the mid-1950s through the 1970s. Its leader was Professor V. V. Rozenblat while L. S. Dombrovskii provided overall management of engineering work. From 1955 to 1960, the Group created the first reliable device for remote pulse recording via radio. The period from 1960 through 1970 was the time of the group's highest activity and productivity. The number of its members increased to 20. More than 50 original devices, unique sensors, and transmitting and receiving devices as well as the optimal methods for capturing and recording biosignals and bioelectric currents have been developed. After 1970, the most significant achievement of the Group was the use of computer technology for automated collection and analysis of the results of bioradiotelemetry. A series of original instruments was used in the Soviet space exploration program. The Group's efforts over the decades resulted in the substantiation of dynamic bioradiotelemetry as a set of technologies and methodologies for obtaining fundamentally new knowledge about human body functioning during various activities. A scientific basis was created for the development of space medicine and the main principles were developed for sports teams training and preparation, rehabilitation, labor regulations in various areas, and social assessment.

Keywords: V. V. Rozenblat, L. S. Dombrovskii, Sverdlovsk Biotelemetry Group, physiology, bioradiotelemetry, telemedicine, radio.

For citation: Vladzimirskyy, A. V. (2023) K istorii stanovleniia i razvitiia Sverdlovskoi biotelemetricheskoi gruppy [Towards the History of Formation and Development of the Sverdlovsk Biotelemetry Group], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 44, no. 1, pp. 56–78, DOI: 10.31857/S020596060024506-8.

В первой половине XX в. физиология как наука и фундаментальная основа медицинской практики достигла в своем развитии некоторого тупика. Многочисленные эксперименты *in vitro* и *in vivo*, блестящая деятельность академика И. П. Павлова, профессора В. Эйнтховена и множества иных выдающихся ученых сформировали колоссальный багаж знаний¹. Однако все исследования *in vivo* проводились на биологических объектах, лишенных свободы передвижения. Экспериментальных животных фиксировали в специальных приспособлениях, электрофизиологические и иные исследования людей сопровождались наложением датчиков с тянущимися к приборам проводами. Ограничение возможности передвижения создавало серьезный барьер, делая многие аспекты недоступными для изучения, а результаты исследований зачастую субъективными, искусственными. Фактически к указанному периоду времени наука хорошо знала, что происходит с живым организмом *до* или *после* некой деятельности (физической нагрузки, труда, повседневной активности). Однако что происходит с организмом *во время* такой деятельности оставалось загадкой. Эта проблема требовала принципиально новых медико-технических решений, постепенное развитие которых привело к формированию «динамической биорадиотелеметрии» — нового направления медицинской науки и техники, посвященного методологиям и технологиям необременительной фиксации в реальном режиме времени физиологических данных биологического объекта, находящегося в свободном движении². Суть динамической биорадиотелеметрии состояла в создании системы из прибора объекта (совокупности датчиков, усилителя, передатчика) и прибора исследователя, соединяемых по радио. Прибор объекта должен фиксировать те или иные физиологические параметры (частоту пульса, электрокардиосигнал, частоту дыхания и т. д.) и передавать их по радио, а прибор исследователя, соответственно, данные фиксировать и предоставлять наблюдателю на экране или в виде записи на бумажной ленте. В такой ситуации исследуемый объект может свободно двигаться — бегать по стадиону, работать в шахте, писать стихи, — а ученый сможет оценивать динамику показателей жизнедеятельности в режиме реального времени.

¹ См.: Наточин Ю. В. Три века в истории физиологии в российской академии наук // Вопросы истории естествознания и техники. 2022. Т. 43. № 1. С. 82–100; Westerhof N. A Short History of Physiology // Acta Physiologica. 2011. Vol. 202. No. 4. P. 601–603.

² См.: Леванов В. М., Орлов О. И., Меркин Д. В. Исторические периоды развития телемедицины в России // Врач и информационные технологии. 2013. № 4. С. 67–73; Владимирский А. В. История телемедицины: стоя на плечах гигантов (1850–1979). М.: Де'Либер, 2019.

Пионерской работой в этой сфере стала «радиометодика» советских физиологов А. А. Ющенко³ и Л. А. Чернавкина, представленная в 1932 г.⁴ Однако из-за безвременной гибели Ющенко в 1934 г. при несчастном случае эта работа остановилась. Последовавшее десятилетие не принесло значительных успехов, проблема оставалась нерешенной. Лишь в середине 50-х гг. XX столетия сформировался коллектив, достигший прорыва — силами Свердловской биотелеметрической группы (научной школы профессора В. В. Розенблата⁵) были созданы уникальные методики и технологии, сделавшие динамическую биорадиотелеметрию стандартным инструментом физиологии и ряда иных медицинских научных дисциплин. Разработки группы были масштабированы (в частности, использованы в космической программе СССР), стали методологической основой научных исследований в сфере медицинской инженерии, физиологии и иных дисциплин⁶.

Задача данной статьи — проследить и охарактеризовать основные этапы становления научно-практической деятельности Свердловской биотелеметрической группы, выявить вклад данного коллектива в развитие медицинской науки и техники.

Историография по теме исследования отличается скудностью. Отдельных завершенных исследований деятельности Свердловской биотелеметрической группы не опубликовано. Все соответствующие источники можно разделить на две группы.

К первой относятся статьи об истории иных научных коллективов (вузов, кафедр), в которых содержится лаконичная информация о фактах научного сотрудничества со Свердловской биотелеметрической группой. Например, при изложении истории научных исследований по гигиене труда кафедры общей гигиены Свердловского государственного медицинского института упоминается, что

работы Ю. Г. Солонина и Н. В. Рябовой были посвящены вопросам физиологии труда. Ю. Г. Солониным совместно с профессором В. В. Розенблатом впервые в СССР были применены радиотелеметрические методы исследования

³ Архив Российской академии наук (РАН). Ф. 350. Оп. 3. Д. 328.

⁴ Ющенко А. А., Чернавкин Л. А. Новая радиометодика в психофизиологии труда // Социальная реконструкция и наука. 1932. № 1. С. 217–220.

⁵ При отнесении объединения ученых к категории «научная школа» мы придерживаемся признаков научных школ, предложенных Д. Ю. Гузевичем (Гузевич Д. Ю. Научные школы как форма деятельности // Вопросы истории естествознания и техники. 2003. № 1. С. 64–93).

⁶ Биологическая телеметрия / Ред. В. В. Парин. М.: Медицина, 1971; Тукушаитов Р. Х., Новошинов Г. П. Радиотелеметрический фоноэлектрокардиограф РФЭ-1 // Методы сбора и анализа информации в физиологии и медицине: сборник научных трудов / Отв. ред. Б. И. Балантер. М.: Наука, 1971. С. 157–162; Белов Е. А., Липатов Г. Я., Константинов В. Г., Ким Г. Л., Ярунин А. В., Адриановский В. И., Самылкин А. А., Купренкова Н. В. Гигиеническая характеристика условий труда рабочих ремонтных и вспомогательных профессий в производстве рафинированной меди // Гигиенический вестник Урала. 1999. № 2 (6). С. 34–44.

сердечно-сосудистой системы и органов дыхания на производстве, что послужило темой его кандидатской, а затем и докторской диссертаций ⁷.

Или при рассмотрении истории лаборатории электроэнцефалографии Государственного института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта приводятся факты тесного сотрудничества сотрудников лаборатории и Свердловской биотелеметрической группы, совместной разработки приборов, успешной апробации методик, а также оценивается роль и значение отдельных ученых-исследователей (Е. Б. Сологуб, Я. В. Фрейдина, А. С. Радченко, К. Ю. Ажицкий) в этой деятельности ⁸.

Во вторую группу входят биографические материалы в виде публицистических заметок, юбилейных публикаций и некрологов ⁹.

Очевидно, что опубликованные историографические данные носят дискретный характер. Речь идет о констатации отдельных фактов, системный подход к изучению деятельности Свердловской биотелеметрической группы не применялся. Это подчеркивает научную новизну нашего исследования.

Ранее нами проводилось предварительное изучение деятельности Свердловской биотелеметрической группы, результаты которого представлены в статье описательного характера ¹⁰, — эту работу мы рассматриваем как предварительную, фактологическую; были выявлены основные эпизоды, личности ученых, лаконично указан общий контекст. Однако значимость материала и исторических процессов явным образом указывала на недостаточность такого поверхностного фактологического подхода. Поэтому исследование было нами продолжено.

В 1947–1948 гг. под руководством профессора Василия Ивановича Патрушева (1910–1962), директора Института биологии Уральского филиала Академии наук СССР (Свердловск, ныне Екатеринбург), при ключевом участии инженера-электрика и радиолюбителя Льва Сигизмундовича Домбровского была сконструирована биорадиотелеметрическая система для фиксации частоты пульса. «Первые опыты были поставлены на базе Свердловского зоопарка» ¹¹. Однако исследования были прерваны, так как в 1948 г. Патрушева сняли с поста директора по обвинению в «вейсманизме — морганизме» ¹².

⁷ *Сергеев А. Г.* Медико-профилактическому факультету Уральской государственной медицинской академии 65 лет // Уральский медицинский журнал. 2008. № 8 (48). С. 5–14.

⁸ *Сологуб Е. Б., Сологуб М. И., Таймазов В. А.* История ЭЭГ-лаборатории (история лаборатории университета имени П. Ф. Лесгафта по исследованию биопотенциалов мозга спортсменов) // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2015. № 12 (130). С. 213–231.

⁹ In Memoriam of Vladimir Viktorovich Rozenblat // Human Physiology. 2000. Vol. 26. No. 5. P. 650; К юбилею профессора Ю. Г. Солонина // Журнал медико-биологических исследований. 2019. Т. 7. № 2. С. 240–242.

¹⁰ *Владимирский А. В.* Развитие динамической биорадиотелеметрии: ключевые исторические события // Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2021. Т. 7. № 2. С. 44–49.

¹¹ *Колосова Е. Н.* Василий Иванович Патрушев: известный и неизвестный. Екатеринбург; Сургут: Магеллан, 2008.

¹² Центр документации общественных организаций Свердловской области (ЦДООСО). Ф. 285. Оп. 3. Д. 95. Л. 110–112.

Лишь спустя семь лет, в 1955 г., Домбровский познакомился с сотрудником Свердловского городского врачебно-физкультурного диспансера Владимиром Викторовичем Розенблатом (1927–2000).

Розенблат получил диплом врача в Свердловском медицинском институте (1950). В 1953–1960 гг. он был сотрудником Свердловского городского врачебно-физкультурного диспансера (врач по врачебному контролю диспансера, позднее — заведующий лабораторией медицинской радиоэлектроники), в 1960 г. был избран по конкурсу руководителем лаборатории функциональной диагностики Свердловского научно-исследовательского института гигиены труда и профзаболеваний. С 1966 г. являлся профессором физиологии труда на экономическом факультете Уральского государственного университета (по совместительству). Розенблат был инициатором создания врачебно-физкультурной службы на Урале, а с 1961 г. — бессменным председателем Областного научного медицинского общества по лечебной физкультуре и спортивной медицине. Он защитил кандидатскую (1953) и докторскую (1964) диссертации, в 1996 г. стал академиком Российской академии медико-технических наук. Награжден дипломом почета и двумя серебряными медалями ВДНХ, является автором свыше 400 научных работ, в том числе четырех учебников, четырех изобретений и трех монографий ¹³.

Инженер и врач быстро нашли общий интерес — динамическая биорадиотелеметрия стала сферой их совместной деятельности на десятилетия.

Необходимо отметить, что в фундаментальной научной работе Е. Н. Колосовой о профессоре Патрушеве исследования в сфере биорадиотелеметрии упомянуты лишь вскользь; при этом автор говорит, что «работы по телеметрии физиологических функций животных» документально не подтверждены ¹⁴. Мы утверждаем обратное. В документе «Справка о работе отделов и лабораторий Института биологии УФАИ СССР» (за подписью директора института Патрушева и ученого секретаря Уральского филиала АН СССР Щеглова) так говорится о результатах научной деятельности лаборатории биохимии и биофизики в 1948 г.: «Разработаны конструкции новых приборов для оценки кровообращения (электропульсограф, радиопульсограф и др.). Приборы проходят испытания» ¹⁵. Радиопульсограф, как будет показано ниже, и является искомым биотелеметрическим прибором. Далее, в автореферате диссертации Домбровского (с. 4) содержится следующая информация:

Работы в этом направлении (динамическая биорадиотелеметрия. — А. В.) были начаты автором в Уральском филиале Академии наук под руководством проф. В. И. Патрушева еще в 1947 г., а с 1955 г. были продолжены в содружестве с проф. В. В. Розенблатом и в дальнейшем развивались одновременно с развертыванием исследований других ученых в разных странах ¹⁶.

¹³ Памяти Владимира Викторовича Розенבלата // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 5. С. 160.

¹⁴ Колосова. Василий Иванович Патрушев...

¹⁵ ЦДОС. Ф. 4. Оп. 44. Д. 152. Л. 206–217.

¹⁶ Домбровский Л. С. Вопросы построения радиотелеметрических систем для исследований по прикладной физиологии человека: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1973. С. 4.

Таким образом, нами приведено документальное подтверждение факта проведения научных исследований в сфере биорадиотелеметрии физиологических параметров животных Патрушевым и Домбровским в 1948 г. — эти события стали своеобразной предтечей научной деятельности Свердловской биотелеметрической группы.

На первом своем этапе сотрудничество ученых отличали системность и последовательность. Задача дистанционной фиксации ЭКГ — несомненно значимая и очень заманчивая — была временно оставлена как технически слишком сложная. Работа в 1955 г. началась с более элементарных работ, постепенно создающих нужную основу для более продвинутых решений.

Спустя почти 20 лет Домбровский так напишет об этой работе:

Приступая в 1955 г. совместно с В. В. Розенблатом к разработке методики динамической биорадиотелеметрии для исследования деятельного состояния организма человека, мы избрали в качестве наиболее информативных параметров, подлежащих телеметрированию: 1) частоту пульса; 2) электрокардиограмму; 3) частоту дыхания <...> когда мы приступили к созданию аппаратуры для динамической радиопульсометрии в литературе еще не было описаний самого понятия динамической биорадиотелеметрии, а также методик проведения физиологических исследований и аппаратуры для этих целей ¹⁷.

В течение двух лет шло конструирование и внутреннее тестирование биорадиотелеметрического прибора для фиксации частоты пульса (в этой работе участвовал радиотехник Георгий Львович Карманов). Публичная апробация лампового радиопульсофона состоялась 29 апреля 1957 г.: впервые по радио фиксировалась частота пульса спортсмена-конькобежца при тренировке на роликовых коньках. Первым «подопытным» стал выдающийся спортсмен, впоследствии известный тренер Иван Васильевич Зыков, в дальнейшем прибор был использован у целой группы спортсменов. Несмотря на общественное признание (первая премия на областной радиовыставке в мае 1957 г.), прибор был ненадежен технически, к тому же отсутствовала запись данных. То есть исследователь просто слышал щелчки, воспроизводимые принимающим прибором, частота которых соответствовала частоте пульса. Вооружившись секундомером, исследователь мог объективно оценить частоту пульса спортсмена прямо во время выполнения того или иного упражнения, проследить динамические ее колебания в разные фазы тренировки. В описываемый период времени это было значительным научно-техническим достижением. Тем не менее по указанным выше причинам коллектив вернулся к работе над прибором. Через год появилась новая модель радиопульсофона. Технически прибор был сконструирован на транзисторах, что значительно снизило его вес (с 1300 до 350 г) и увеличило дальность передачи радиосигнала. Новая модель была успешно апробирована в январе 1958 г. Далее за несколько лет был сконструирован целый ряд моделей радиопульсофонов (РП), однако большинство из них остались

¹⁷ Там же.

промежуточными. В практических исследованиях применялись модели РП-1, 3А (крепился на шлеме-шапочке) и 3В (крепился за спиной или на поясе). Базовые габариты составляли $200 \times 100 \times 40$ мм, вес прибора — 300–350 г, вес батареи — 1000 г, радиус работы достигал 70–100 м. Модель РП-3В (1959) отличалась хорошим качеством передачи сигнала, стабильностью и длительностью работы. Прием данных в виде амплитудно-модулированных сигналов осуществлялся на УКВ-приемник. Учет данных был очень примитивен и состоял в восприятии информации на слух с подсчетом пульса по секундомеру или графической регистрации вручную¹⁸.

Этим завершился первый этап деятельности Свердловской биотелеметрической группы. Был создан первый надежный биорадиотелеметрический прибор. Стали понятны параметры подобных аппаратов, которые нуждались в улучшении. Среди них были:

- надежность и практичность конструкции датчиков (надежность крепления к кожным покровам, качество передачи данных, устойчивость к внешним факторам (например потоотделению), стабильная работа при двигательной активности человека);

- необременительность прибора объекта (минимально возможный вес, компактность, комфорт размещения на теле для длительного ношения);

- дальность передачи радиосигнала (постоянное повышение радиуса устойчивого приема сигнала, максимально достигнутое значение составило 100 м¹⁹, что было вполне достаточно для имевшихся научно-практических целей);

- функциональность прибора исследователя (возможность записи результатов исследований на какой-либо носитель — бумажную или магнитную ленту — для архивирования и последующего использования).

Также начало формироваться концептуальное понимание разработок в сфере динамической биорадиотелеметрии как комплекса технологий и методологий их применения, предназначенного для решения конкретных научно-практических задач. Этот аспект в полной мере раскрылся позднее.

Отметим, что в данный период работы велись на базе Свердловского городского врачебно-физкультурного диспансера, где Розенблат трудился с 1953 по 1960 г., пройдя путь от врача до заведующего лабораторией медицинской радиоэлектроники.

Второй этап развития Свердловской биотелеметрической группы условно начался с 1960 г. В это время деятельность группы протекала на базе Свердловского научно-исследовательского института гигиены труда и профзаболеваний, где Розенблат возглавил лабораторию функциональной диагностики.

На втором этапе можно выделить два основных направления деятельности группы.

¹⁸ Розенблат В. В., Домбровский Л. С. Регистрация по радио частоты сердечных сокращений свободно передвигающегося человека // Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова. 1959. Т. 15. № 6. С. 718–724.

¹⁹ Розенблат В. В. Радиотелеметрические исследования в спортивной медицине. М.: Медицина, 1967.

Первое представляет собой логическое продолжение предыдущего этапа. Радиопульсофон стал инструментом для проведения научных исследований в сфере физиологии, многие из которых стали основой диссертаций участников Свердловской биотелеметрической группы.

Юрий Григорьевич Солонин (в последующем — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН) использовал этот метод для исследования физиологии тяжелого физического труда в условиях нагревающего микроклимата (диссертация под руководством С. В. Миллера и В. В. Розенבלата защищена в 1965 г.)²⁰. Фасахат Максумовна Бакирова применила радиопульсометрию как для функционального исследования лиц, занимающихся в разных группах здоровья, так и для проведения в отношении них врачебно-педагогического контроля. На основе биорадиотелеметрии был разработан новый метод диагностики — функциональная проба для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке; созданы нормативные таблицы диапазонов частоты пульса, позволяющие относить обследуемых лиц к разным группам здоровья. Оценить масштаб исследований позволяет тот факт, что для целей работы были использованы 55 тыс. отдельных подсчетов пульса 10-секундными отрезками (диссертация под руководством Розенבלата защищена в 1970 г.)²¹. Светлана Борисовна Масленцева, ученица Солонина, на основе радиопульсометрии и иных инструментальных методов выполнила комплексную физиологическую характеристику оценки тяжести и напряженности труда по показателям интенсивности и утомительности нагрузки (с учетом дополнительных климатических, гендерных и иных факторов), диссертация защищена в 1974 г.²² Юрий Еремеевич Лях использовал радиопульсометрию для характеристики труда шахтеров и физиологического обоснования его оптимизации в агрессивных и взрывоопасных условиях угольных шахт Донбасса²³.

В начале 80-х гг. XX в. радиопульсометрия стала рутинным методом врачебного контроля в спортивной медицине.

В книге «Симфония жизни» Розенבלат писал:

В конце 50-х годов организованная автором этой книги группа энтузиастов (Л. С. Домбровский, Г. Л. Карманов, Р. В. Унжин, А. Т. Воробьев и ряд других товарищей) разработала и стала широко использовать радиопульсометрию, измерение частоты пульса по радио у свободно передвигающегося человека.

²⁰ Солонин Ю. Г. Материалы по радиопульсометрии при работах, требующих большого физического напряжения в условиях нагревающего микроклимата: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Свердловск, 1965.

²¹ Бакирова Ф. М. Материалы функционального исследования и врачебно-педагогического контроля с применением радиопульсометрии у лиц, занимающихся в группах здоровья: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Свердловск, 1970.

²² Масленцева С. Б. Физиологические исследования с применением радиопульсометрии в оценке функционального напряжения организма при тяжелом труде: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Свердловск, 1974.

²³ Лях Ю. Е. Радиопульсометрическая характеристика труда шахтеров как основа его физиологической оптимизации: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Донецк, 1975.

К груди спортсмена или рабочего приклеиваются специальные электроды, на шапочке размещается усилитель с передатчиком. Спортсмен играет в футбол, рабочий валит лес, а исследователь, держа в руках портативный радиоприемник, подсчитывает частоту сердечных сокращений²⁴.

В результате сформировался первый валидный метод динамической биорадиотелеметрии — радиопульсометрия (говоря о методе, мы подразумеваем неделимую совокупность уникальных технологических решений и оригинальных методологий их применения). Также, что особенно важно, сформировалась «триада» научных задач, ставшая типичной для всех исследований Свердловской биотелеметрической группы — научной школы Розенблата. Ее суть состояла в том, что в отношении конкретной биомедицинской или клинической цели последовательно решались три научные задачи:

- совершенствование технологического решения и методологии динамической биорадиотелеметрии нужного набора показателей;
- использование соответствующего комплекса в качестве инструмента для физиологических исследований;
- применение полученных результатов для развития вопросов экспертизы и нормирования труда (включая режимы тренировок у спортсменов).

Второе направление деятельности Свердловской биотелеметрической группы в указанный период — это создание комбинированных приборов для одновременной телеметрии нескольких физиологических параметров. Разработки комбинированных технологических решений в группе начались еще в начале 1960-х гг. В течение нескольких лет была сконструирована серия «комбинированных радиотелеметрических приборов» (КРП-1, -1м, -2, -2м и т. д.). Они позволяли осуществить отведение жидкостными электродами биопотенциалов сердца от кожи на поверхности грудной клетки, усиление, преобразование зубца R и передачу соответствующих данных по радиоканалу. Габариты приборов варьировались, вес колебался от 82 г (КРП-1м) до 230 г (КРП-5) в зависимости от сложности решаемых задач и применяемых конструктивных подходов. «Комбинированность» состояла в объединении усилителей, радиопередатчика и аккумуляторов в единую конструкцию, в одном корпусе. Фактически эта серия приборов стала своеобразной платформой для многих последующих разработок. Например, на ее базе позднее были созданы радиосфигмутахограф (регистрация скорости распространения пульсовой волны) и радиореспирометр (регистрация показателей внешнего дыхания). Модификация 2м была принята к промышленному серийному производству на Львовском заводе медицинского оборудования (1963)²⁵.

Впоследствии первоначальный принцип «комбинированности» изменился. Стала очевидна научная целесообразность одновременной телеметрии нескольких физиологических параметров. Начали разрабатываться соответствующие решения. В начале 1962 г. появился комбинированный прибор — радиопульсофон-электрокардиограф (РЭК). Прибор позволял фиксировать

²⁴ Розенблат В. В. Симфония жизни (популярная физиология человека). М.: Физкультура и спорт, 1989. С. 48.

²⁵ Домбровский. Вопросы построения радиотелеметрических систем...

у свободно передвигающегося человека частоту пульса и, при подключении к приемнику соответствующего регистратора, электрокардиограмму. Его блок-схема включала усилитель биопотенциалов, функциональный преобразователь-мультивибратор, УКВ-передатчик. Известны несколько промежуточных моделей, в клинических исследованиях применялись РЭК-1 и РЭК-3 (вес 120 г, радиус работы 30–50 м). Прием данных осуществлялся на модифицированную автомобильную радиостанцию АРС-2 с последующей графической регистрацией. Отметим, что в 1963 г. прибор РЭК-1 был одобрен к промышленному серийному производству на Львовском заводе медицинского оборудования, хотя всего Домбровским и его коллегами были созданы более 20 модификаций данного прибора. В дальнейшем появилась серия приборов, из которых на практике использовались КРП-1М, -2, -2М, -3, -5 (полный вес — 100–550 г, радиус работы 30–100 м). Примечательно, что модель КРП-5 была создана на кремниевых транзисторах и предназначена для использования в условиях высоких температур. Следующим этапом стала серия многоцелевых модульных радиотелеметрических приборов, позволяющих фиксировать до 10 параметров (например, МРП-1К10, габариты 170 × 100 × 50 мм, полный вес 700 г). Одновременно можно было телеметрировать только три параметра из десяти, соответственно в каждом конкретном случае комплектация прибора формировалась самим пользователем исходя из конкретной задачи ²⁶.

Отдельной научно-технической проблемой было развитие приборов исследователей. Первоначально в качестве приемника данных использовались радиоприемники («прибор РЛ»), конструируемые самими участниками группы. Первые модели (до РЛ-5) были ламповыми, последующие (например РЛ-9) — батарейными полупроводниковыми. Принимаемая информация выдавалась на головные телефоны в виде звукового тона, модулированного полезным сигналом по частоте. Учет данных был очень примитивен и состоял в восприятии информации на слух с подсчетом пульса по секундомеру или в графической регистрации вручную. Безусловно, для масштабных исследований такой подход был неэффективен. Начались изыскания в вопросе регистрации получаемых данных на «твердый» носитель. В результате для биотелеметрии электроэнцефалографии использовался комплекс из модифицированного приемника от автомобильной радиостанции АРС-2 и чернильнопишущего регистратора от серийного электрокардиографа. Позднее в комплекте многоцелевой модульной радиотелеметрической системы предполагалась запись получаемых данных на магнитофон ²⁷. Параллельно Домбровским и иными инженерами группы велась разработка серии оригинальных приборов — комплексных дешифраторов (КД), предполагавших не только регистрацию входящей информации, но и элементы ее автоматического анализа. В основном КД использовался в комплекте с комбинированными радиотелеметрическими приборами. Это было портативное устройство габаритами 360 × 200 × 160 мм, весом 7,6 кг ²⁸. Следующим шагом развития

²⁶ Там же.

²⁷ Там же.

²⁸ Там же.

приборов исследователей стала их компьютеризация, подробнее об этом будет сказано далее.

Деятельность Розенבלата и Домбровского привлекла внимание врачей и инженеров, маленький коллектив стал увеличиваться. В 1963 г. в научной публикации (автореферате диссертации) сам Владимир Викторович назвал это объединение «Свердловской биотелеметрической группой»²⁹. В 1968 г. данное название использовал академик В. В. Парин³⁰; именно этот момент мы и полагаем фактом независимого подтверждения валидности наименования и временной точкой ввода его в научный оборот.

Наименование достаточно точно отражало суть — в течение последующих лет сформировалось динамичное добровольное объединение ученых, увлеченных одной проблематикой. Как таковой институционализации данной группы не произошло. В основном участники группы были штатными сотрудниками одновременно двух учреждений — Свердловского НИИ гигиены труда и профзаболеваний и Свердловского государственного медицинского института, — совмещая научную и преподавательскую работу, например, Розенבלат и Солонин. В рамках добровольного научного сотрудничества к группе присоединялись как отдельные ученые из иных учреждений (например В. М. Форштадт из Уральского государственного университета), так и целые коллективы (сотрудники лаборатории электроэнцефалографии кафедры физиологии Государственного института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта). Также в разные периоды в группе работали соискатели ученых степеней из вузов (А. П. Берсенева) и практического здравоохранения (Ф. М. Бакирова). С учетом отсутствия институционализации Свердловскую биотелеметрическую группу следует считать научной школой Розенבלата.

Итак, во второй период развития группы обозначились лидирующие направления:

— биорадиотелеметрия частоты дыхания — инженер Р. В. Унжин. В 1957–1959 гг. он разработал оригинальный прибор для биотелеметрии частоты дыхания — радиопневмограф (РПГ), основанный на реостатном углеродном датчике. Известны модификации РПГ-1 и РПГ-2, вес приборов составлял 100 г, радиус работы — 70–100 м. Прием данных осуществлялся на УКВ-приемник средней чувствительности с подключенным частотометром; как и для телеметрии частоты пульса, осуществлялась ручная графическая регистрация³¹;

— биорадиотелеметрия функций внешнего дыхания — Вадим Моисеевич Форштадт (технологические аспекты), Зинаида Михайловна Кузнецова (медицинские аспекты). С 1960 по 1974 г. ими обоснованы медико-технические требования к данной методике, сравнительно изучены разные типы датчиков

²⁹ Розенבלат В. В. К физиологии утомления и работоспособности при мышечной работе человека: автореф. ... дис. д-ра мед. наук. Свердловск, 1963.

³⁰ Парин В. В., Баевский Р. М. Медицина и техника. М.: Знание, 1968.

³¹ Унжин Р. В., Суздальова С. В., Солонин Ю. Г. Комбинированный радиотелеметрический прибор КРП-5 // III Всесоюзная конференция по медицинской радиоэлектронике. Тезисы докладов. М.: [б. и.], 1964. С. 71–72.

(с детальной метрологической характеристикой), выполнены теоретико-экспериментальные работы, разработана оригинальная биотелеметрическая система, состоявшая из двух приборов — радиопневмометра (1960 г., модели РПМ-1 и РПМ-2; дыхательная маска с клапанами-замыкателями, вес без батареи 60 г) и радиореспирометра на основе крыльчатого тахометрического расходомера (модель РРМ-1, отличался невысокой точностью измерений)³². Приборы были успешно апробированы, а затем использованы для изучения и планирования спортивных нагрузок и в медицине труда. Посредством биорадиотелеметрии функций внешнего дыхания были определены характеристики респираторных показателей для разных видов труда, получены новые знания о физиологии дыхания (кардиореспираторные реакции на разные виды нагрузок), предложены новые подходы к нормированию физического труда (внедрены как минимум на двух производственных предприятиях Урала). Радиореспирометр РРМ-2 был рекомендован для серийного производства. Диссертации Форштадта и Кузнецовой были защищены в 1974 и 1975 гг. соответственно (под руководством и консультативном участии В. В. Розенблата, Р. И. Утямышева, Ю. Г. Солонина)³³;

— радиоэлектрокардиография (РЭКГ) — группа Розенблата. В начале 1960-х гг. группа вернулась к проблематике телеметрии ЭКГ. Накопленный опыт и практические технические решения позволили разработать специальный усилитель — ключевой компонент, обеспечивший передачу электрокардиосигнала с нужным диагностическим качеством. Эту задачу выполнил Унжин в 1962 г.³⁴ В целом РЭКГ осуществлялась посредством серии приборов РЭК, описанных выше. Работы по постоянному совершенствованию этого устройства велись Домбровским как минимум до 1973 гг., применялись все более совершенные схемы усилителя электрокардиосигнала, новые типы транзисторов, был изобретен оригинальный высокостабильный генератор поднесущей частоты (авторское свидетельство на изобретение № 158597), решена проблема автоматической подачи калибровочного сигнала. Приборы РЭК-4М и РЭК-19Д демонстрировались на ВДНХ в 1966, 1969 и 1973 гг., последний отмечен соответствующей медалью. Подробно научно-техническая эволюция прибора РЭК изложена в диссертации Домбровского³⁵. Медицинские аспекты метода были разработаны И. К. Маликовой и А. Т. Воробьевым: ими была создана методология РЭКГ, в том числе для отдельного изучения функционирования правых и левых отделов сердца, впервые описано функциональное состояние сердца человека (как здорового, так и страдающего болезнями сердечно-сосудистой системы) в условиях различных видов деятельности, составлены РЭКГ-нормативы на дозированные

³² *Форштадт В. М.* Исследование и разработка методики радиотелеметрии дыхания у человека в процессе труда: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1974.

³³ Там же; *Кузнецова З. М.* Состояние внешнего дыхания при физической работе по данным комплексного исследования с применением радиотелеметрии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Свердловск, 1975.

³⁴ *Унжин, Суздалова, Солонин.* Комбинированный радиотелеметрический прибор КРП-5...

³⁵ *Домбровский.* Вопросы построения радиотелеметрических систем...

функциональные нагрузки и на трудовую деятельность; впервые получены клинически значимые результаты применения метода — описаны патологические изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы при силикозе, проявляющиеся именно при различных нагрузках. В диссертации Азалии Павловны Берсеновой методом двухканальной РЭКГ изучена продолжительность электрической систолы сердца у взрослых людей в различных состояниях и нагрузках, составлены таблицы должных величин систолического показателя для высоких ритмов сердца в процессе мышечной деятельности и в ближайшем восстановительном периоде ³⁶. Перечисленные выше результаты особое значение имели для спортивной медицины. Благодаря комплексу технологий и методологий динамической биорадиотелеметрии появилась возможность провести принципиально новые исследования. В результате были выявлены динамические сдвиги биоэлектрической активности сердца у спортсменов в зависимости от видов и интенсивности нагрузок и условий тренировок; впервые описаны разные типы реакций здорового сердца на физические нагрузки; обнаружены и описаны характерные для спортсменов ранние формы доклинической патологии сердца. Результаты исследований были использованы для улучшения врачебно-педагогического контроля и врачебно-спортивной экспертизы ³⁷;

— динамическая радиоэлектроэнцефалография (РЭЭГ) — данную технологию разрабатывали С. С. Гофман, Р. В. Унжин, Я. В. Фрейдин и иные представители Свердловской биотелеметрической группы. В 1968 г. были представлены первые результаты их деятельности, в частности прибор радиоэлектроэнцефалограф (РЭЭ-1, -2, вес без батареи 120 г) конструкции Р. В. Унжина и С. В. Суздальной. В последующие два года РЭЭГ применялась для физиологических исследований рабочих промышленных предприятий и студентов ³⁸. Технологией заинтересовались работники Государственного института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта (Ленинград, ныне Санкт-Петербург). Сотрудники лаборатории электроэнцефалографии под руководством профессора Елены Борисовны Сологуб указанного института объединились с представителями Свердловской биотелеметрической группы. В 1971 г. РЭЭГ впервые в мире была выполнена в процессе бега спринтера на стадионе (приоритет советских ученых был подтвержден спустя много лет на международном симпозиуме по биотелеметрии в Германской

³⁶ Берсенева А. П. К характеристике продолжительности электрической систолы сердца у человека в процессе мышечной деятельности (по данным динамической радиоэлектрокардиографии): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1971.

³⁷ Маликова И. К. Биоэлектрическая активность миокарда правых отделов сердца у здоровых лиц и больных силикозом (по данным многоканальной динамической радиоэлектрокардиографии): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Свердловск, 1970; Воробьев А. Т. Функциональное состояние сердца человека при интенсивной мышечной деятельности по данным радиоэлектрокардиографии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1977.

³⁸ Гофман С. С., Форштадт В. М. Первый опыт динамической радиоэлектроэнцефалографии // Проблемы радиотелеметрии в физиологии и медицине. Материалы Третьего всесоюзного симпозиума 8–10 апреля 1968 г. / Ред. В. В. Парин. Свердловск: [б. и.], 1968.

Демократической Республике в 1978 г.)³⁹. Динамическая биорадиотелеметрия быстро стала ключевым инструментом физиологических исследований спортсменов, в частности ее использовали для контроля и управления процессом тренировок у спортсменов-фехтовальщиков. К 1978 г. благодаря наличию комплекса методологий и технологий РЭЭГ коллективом под руководством Сологуб впервые в мире была изучена электрическая активность мозга спортсменов непосредственно в процессе выполнения спортивных упражнений, описаны корковые потенциалы в темпе движений («меченые ритмы» ЭЭГ) и специфические системы взаимосвязанной активности мозга при управлении движениями. Материалы исследований были использованы при подготовке спортсменов сборных команд СССР и Российской Федерации;

– определение скорости распространения пульсовой волны – прибор радиосфигмутахограф (создан в 1963 г. на базе прибора КРП-2М) и соответствующие методики разрабатывали Б. С. Столбун, В. М. Форштадт, М. Л. Римских с 1963 по 1972 г. Результаты работы были систематизированы в диссертации Маргариты Леонидовны Римских (1972)⁴⁰. Для оценки тонуса артерий в процессе трудовой деятельности и при различных физических нагрузках, а также для изучения соответствующего влияния физических, производственных и психоэмоциональных факторов была сконструирована двухканальная биотелеметрическая система. Посредством этого технического решения проводилась синхронная телеметрия двух сфигмограмм или сфигмограммы и иного показателя, отличающегося частотным спектром (ЭКГ, кинетокардиограммы и т. д.).

Как следует из сказанного, на втором этапе развития в Свердловской биорадиотелеметрической группе формировались группы исследователей – команды, включающие инженера и врача. Общее научное руководство каждой командой осуществлял Розенблат, вместе с тем в рамках отдельных диссертаций в качестве руководителей и консультантов привлекались и иные специалисты, чаще всего из состава самой группы.

Своеобразным итогом второго этапа развития научной школы Розенבלата (Свердловской биотелеметрической группы) можно считать монографию «Радиотелеметрические исследования в спортивной медицине» (1967), в которой были систематизированы технологические и методологические аспекты динамической биорадиотелеметрии применительно к физиологии спорта. Протицируем автора книги:

³⁹ Сологуб Е. Б., Ажицкий К. Ю., Гофман С. С. Применение радиотелеметрического метода регистрации при исследовании электрической активности мозга в естественных условиях спортивной деятельности // Краткие тезисы докладов III Всесоюзной научно-технической конференции «Электроника и спорт-III». Л.: [б. и.], 1972. Ч. 2. С. 5–7.

⁴⁰ *Rozenblat V. V., Stolbun B. M. Changes in Viscoelastic Properties of Arteries in Healthy Persons between 20 and 40 Years of Age // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 1968. Vol. 66. No. 3. P. 942–944; Римских М. Л.* К оценке упруго-вязких свойств сосудов в условиях профессиональной деятельности (по данным радиотелеметрии): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Свердловск, 1972.

В 1955–1964 гг. основное внимание было направлено на методику радиотелеметрической регистрации частоты пульса и биотоков сердца; попутно мы искали подход к исследованию некоторых показателей внешнего дыхания и других функций. За 9 лет разработано более 50 приборов, в том числе 16 типов передающих устройств ⁴¹.

Приоритетами на мировом уровне стало создание технологических и методологических комплексов, позволивших осуществить дистанционную регистрацию по радио:

- полной ЭКГ у спортсменов-конькобежцев во время соревнований (132 ЭКГ (более 3000 циклов) были записаны у 7 спортсменов во время Первой зимней спартакиады народов СССР, Свердловск, 1962 г.);

- частоты пульса у прыгунов на лыжах с трамплина при отрыве от опорного стола (использованы радиопульсофон и прибор КРП-4 на шлеме, фиксировались данные 5 спортсменов в ходе 33 прыжков, зимние сезоны 1959/60 и 1961/62 гг.);

- электроэнцефалограммы в процессе бега спринтера на стадионе (1971);

- ЭКГ у оперного певца во время выступления;

- более 100 тыс. радиотелеметрических наблюдений за спортсменами в 10 видах спорта в период 1957–1964 гг. (в частности в легкой и тяжелой атлетике (А. Т. Воробьев, М. Б. Казаков, Н. М. Ходаков, В. П. Худорожков), художественной гимнастике (Р. Н. Карелина) и др.) ⁴²;

- радиотелеметрических наблюдений за рабочими и трудящимися, представлявшими 50 профессий, в период 1957–1964 гг. (С. М. Ганюшкина, Ю. Г. Солонин, П. И. Гуменер и др.).

Также проводились дистанционные наблюдения за пациентами, страдающими различными хроническими заболеваниями; в последнем случае биотелеметрия применялась в процессе лечебной физкультуры и при функциональных пробах (не менее 14 и 4 эпизодов соответственно).

Были разработаны оптимальные методики фиксации биотоков и биосигналов, сконструированы уникальные датчики и передатчики, приспособленные к различным условиям эксплуатации. Впервые были получены данные о функционировании организма человека во время разных видов деятельности, в том числе при сильных физических нагрузках, в экстремальных условиях трудовой деятельности. Создана научная основа для управления тренировками и подготовкой спортивных команд, для нормирования труда в разных сферах деятельности, социальной экспертизы. Методы динамической биорадиотелеметрии были внедрены в рутинную работу по подготовке сборных спортивных команд различного уровня.

Выдающаяся научная активность Свердловской биотелеметрической группы происходила на фоне тяжелого состояния здоровья ее лидера. С детства Розенблат страдал прогрессирующей атрофией зрительных нервов. К началу 1960-х гг. он практически полностью ослеп. Тем не менее, преодолевая болезнь, он руководил и активно участвовал в научных исследованиях, более

⁴¹ *Розенблат.* Радиотелеметрические исследования в спортивной медицине...

⁴² *Воробьев.* Функциональное состояние сердца человека...

того — в 1963 г. защитил собственную докторскую диссертацию. В 1966 г. Владимир Викторович получил должность профессора физиологии труда на экономическом факультете Уральского государственного университета ⁴³.

Третий этап деятельности Свердловской биотелеметрической группы условно охватывает 1970—1980-е гг. Интенсивность исследований, изобретательская активность в это время снижаются. Отчасти это объясняется прогрессирующим ухудшением здоровья Розенблата, отчасти — сменой научных интересов и сфер деятельности участников группы, отчасти — масштабным переходом научных результатов в практическую плоскость. Фактически в этот период научные наработки предыдущего этапа воплощаются в прикладные инструменты: справочники, методические рекомендации, серийный выпуск приборов, способы управления подготовкой спортсменов, методы функциональной диагностики и т. д. Технические и методические наработки группы воспроизводятся многими исследователями, врачами и конструкторами по всему миру ⁴⁴.

С технической точки зрения наибольшим достижением этого периода стало применение компьютерной техники для автоматизированного сбора и анализа результатов биотелеметрии. В частности, в 1973—1974 гг. Э. Л. Римских, С. С. Гофман и др. проводили фиксацию электрограмм посредством 5-канальной биотелеметрической системы. Данные сохраняли и анализировали с помощью ЭВМ («Проминь-2», «Мир-1», БЭСМ-6М). Такое технологическое решение стало инструментом физиологических исследований трудовой деятельности операторов, учащихся и спортсменов ⁴⁵. Именно в автоматизации анализа данных, получаемых в процессе биорадиотелеметрии, видел будущее метода сам Розенблат:

Интерпретация огромного фактического материала, доставляемого динамической биотелеметрией, может быть плодотворной лишь при условии обработки данных с помощью счетно-решающих устройств <...> Программируя обработку, продумывая результаты ее и уточняя программы повторной обработки или последующих ее этапов, — только при таком подходе мы сможем обеспечить плодотворное развитие дальнейших исследований и справиться с тем потоком физиологической информации, который уже в настоящее время весьма велик, а в ближайшие годы станет еще большим по объему и содержанию данных при многоканальной динамической радиотелеметрии различных функциональных показателей в естественных условиях мышечной деятельности ⁴⁶.

⁴³ *Розенблат. К физиологии утомления и работоспособности...*

⁴⁴ *Розенблат В. В., Домбровский Л. С. Применение биотелеметрии в физиологии труда и спорта // Биологическая телеметрия / Ред. В. В. Парин. М.: Медгиз, 1971. С. 136—146.*

⁴⁵ *Римских Э. И., Гофман С. С., Туров А. И., Мень Б. А., Дронов А. П. Съем и обработка электрограмм (ЭЭГ, ЭКГ, ЭОТ) у человека в условиях естественной активности // Автоматизация сбора и обработки медицинской информации и применение биотелеметрии в практике курортов. Материалы II Украинского республиканского симпозиума. Киев: [б. и.], 1974. С. 53—54.*

⁴⁶ *Розенблат. Радиотелеметрические исследования в спортивной медицине...*

Фактически перед нами предвидение современной проблемы обработки больших данных в биологии и медицине.

Еще одним подтверждением наивысшего методического и технического уровня работы Свердловской биотелеметрической группы стало применение целой серии радиотелеметрических приборов с программным управлением (МРП-10, 3 ММРС, 3 БТСМ) в советской программе освоения космического пространства, о чем неоднократно упоминается в статьях и монографиях основателя космической медицины академика Парина ⁴⁷.

Также велись работы по совершенствованию комбинированных радиотелеметрических приборов, конструированию и применению многоканальных биотелеметрических систем.

В 1973 г. Домбровский защитил кандидатскую диссертацию, подведя тем самым итоги участия в «становлении этой новой области (динамической биорадиотелеметрии. — А. В.) физиологических исследований» ⁴⁸. Он научно обосновал принципы построения биотелеметрических систем с выбором оптимальных показателей для изучения при «деятельном состоянии организма человека» ⁴⁹, разработал методологию телеметрии и регистрации (в том числе автоматической) ряда показателей функционирования систем кровообращения и дыхания, лично сконструировал и внедрил целую серию приборов. Домбровским доказана значимость динамической биорадиотелеметрии как самостоятельной области медицинской электроники ⁵⁰.

Четкие временные границы третьего периода определить сложно, к концу 1970-х гг. произошло «затухание» деятельности Свердловской биотелеметрической группы. Это можно объяснить двумя факторами — «личностным» и «научным».

«Личностный» заключается в том, что в самые активные годы своей жизни Розенблат был вынужден бороться с прогрессирующей болезнью. Тяжелое испытание не сломило его дух. Уже утратив зрение, Владимир Викторович защитил докторскую диссертацию, вел активную профессиональную и общественную деятельность, занимался спортом. Однако болезнь не могла не сказаться на научной продуктивности. С другой стороны, на фоне интенсивных исследований в сфере биорадиотелеметрии в 1960-х гг. Розенблат стал фокусироваться на иных научных проблемах — физиологических аспектах утомления, стресса, нормирования труда. Именно этим вопросам и была посвящена его докторская диссертация ⁵¹. В 1970-х гг. и позднее Владимир Викторович много внимания уделял педагогической и просветительской деятельности.

«Научный» фактор выражается в том, что именно научные (изобретательские, исследовательские) задачи в сфере динамической биорадиотелеметрии были практически полностью решены. Даже самый простой анализ публикационной активности свидетельствует о значительном снижении числа

⁴⁷ Биологическая телеметрия / Ред. В. В. Парин. М.: Медицина, 1971.

⁴⁸ Домбровский. Вопросы построения радиотелеметрических систем...

⁴⁹ Там же.

⁵⁰ Там же.

⁵¹ Розенблат. К физиологии утомления и работоспособности...

научных статей о динамической биорадиотелеметрии в 1980-х гг. (по данным библиографической базы *Pubmed* количество соответствующих статей с 1980 по 1989 г. снизилось на 40 %, по сравнению с периодом 1970–1979 гг.). В арсенале науки и техники появились функциональные, качественные, доступные приборы и методы для дистанционной фиксации физиологических параметров свободно движущегося биологического объекта. Теперь эти приборы и методы перестали быть объектами и предметами исследований, а стали сугубо прикладными инструментами для решения множества научных и практических задач.

Необходимо отметить, что Свердловская биотелеметрическая группа, конечно же, не была одинока в своей научной деятельности. Сам Розенблат сообщает:

За 1948–1965 гг. несколько десятков лабораторий и конструкторских групп, как в СССР, так и за рубежом (США, Англия, Болгария, Чехословакия, Франция, ГДР, ФРГ, Голландия, Венгрия и др.), опубликовали информации о первых разработках миниатюрной аппаратуры для радиотелеметрии физиологической информации у свободно передвигающегося человека или животного ⁵².

Действительно, данная научная проблема привлекла внимание значительного количества ученых во всем мире. Нельзя не подчеркнуть уникальность научной школы Розенבלата. Проведенный нами сравнительный анализ свидетельствует о том, что деятельность Свердловской биотелеметрической группы отличалась системностью, последовательностью, многозадачностью; научные результаты быстро находили свое практическое применение, вплоть до серийного производства приборов ⁵³. Впрочем, очень четко это отличие сформулировал еще в 1973 г. один из ключевых участников группы – Домбровский:

Несмотря на то что число публикаций по методике динамической биорадиотелеметрии измеряется теперь уже сотнями, систематические наблюдения физиологов, подобные тем, какие в течение ряда лет (начиная с 1957 г.) проводятся в Свердловске, еще не стали реальностью ⁵⁴.

Вместе с тем с учетом объемов и многогранности соответствующих исследований мы утверждаем, что в дальнейшем требуется специальное изучение истории формирования системы научных знаний о динамической биорадиотелеметрии.

Таким образом, в период 1955–1980 гг. сформировалось и активно функционировало объединение ученых под названием «Свердловская биотелеметрическая группа». Это была плеяда выдающихся инженеров, специалистов в сфере радиоэлектроники и врачей. Своим созданием и успешностью это объединение во многом обязано своему лидеру – доктору медицинских наук, профессору Владимиру Викторовичу Розенблату.

⁵² Биологическая телеметрия...

⁵³ Владимирский. История телемедицины...

⁵⁴ Домбровский. Вопросы построения радиотелеметрических систем...

Историческим контекстом деятельности научной школы Розенבלата послужили периоды VIII и IX пятилетних планов развития народного хозяйства СССР. Стратегическим решением этого времени было обеспечение значительного подъема материального и культурного уровней жизни в стране, в том числе на основе высоких темпов научно-технического прогресса. В материалах и решениях XXIV Съезда Коммунистической партии СССР можно увидеть такие задачи для новой пятилетки: «...всемерно внедрять научную организацию труда, совершенствовать формы и системы оплаты труда, материального и морального поощрения работников», «по организации производства и управлению — широкое внедрение научной организации труда, производства и управления с использованием современных средств организационной и вычислительной техники»⁵⁵. Фактически это был политический заказ на научно-исследовательские работы, проводимые Розенבלатом и его научной группой. Ведь именно динамическая биорадиотелеметрия позволяла обеспечить научную организацию труда, обоснованное нормирование, максимальную производительность на фоне сохранения ценнейшего ресурса — здоровья. Другое требование XXIV съезда предполагало решительное повышение эффективности научных исследований и ускоренное их использование в практике⁵⁶. Описанная выше триада научных задач Свердловской биотелеметрической группы как нельзя лучше соответствовала данной идеологической установке. Таким образом, увлечение сложной научной задачей выгодно сочеталось с политической поддержкой исследований в сфере динамической биорадиотелеметрии. Это создало благоприятный контекст для деятельности научной школы Розенבלата.

Деятельность группы можно условно разделить на три периода. В первом периоде появилось «ядро» — научное объединение Розенבלата и Домбровского, был разработан первый метод динамической биорадиотелеметрии — радиопульсофон. Второй период характеризуется взрывным ростом количества участников группы, изобретательской и научной активности, появлением целой совокупности новых приборов и методик. Здесь полностью реализовалось концептуальное понимание разработок в сфере динамической биорадиотелеметрии как комплекса технологий и методологий их применения в целях решения конкретных научно-практических задач. В научных публикациях группы отчетливо сформировалась триада научных задач (совершенствование методологии биорадиотелеметрии, изучение физиологии и патофизиологии, развитие вопросов по экспертизе и нормированию труда). Значительная успешность второго периода была обусловлена выгодным сочетанием научного энтузиазма и политического контекста, как было показано выше. В третьем периоде были намечены пути дальнейшего развития биотелеметрии в направлении автоматизации сбора и анализа данных, однако по субъективным обстоятельствам эти новые идеи не были реализованы в полной мере.

⁵⁵ XXIV съезд Коммунистической партии Советского Союза. 30 марта — 9 апреля 1971 года. Стенографический отчет. М.: Изд-во политической литературы, 1971. Т. 2. С. 250, 253.

⁵⁶ Там же. С. 20—21.

Отличительной чертой указанной деятельности является неразрывная связь биомедицинской значимости (обоснованное целеполагание), технологических аспектов (конструирование приборов) и методологии применения (конкретные способы, приемы). Трудami научной школы Розенблата метод динамической биорадиотелеметрии позволил получить принципиально новые знания в сфере физиологии, позднее он стал рутинным средством исследований в аэрокосмической, спортивной, профессиональной и клинической медицине.

Перспективы дальнейших исследований состоят в изучении процессов институционализации Свердловской биотелеметрической группы, основанном на корпусе архивных материалов.

References

- Bakirova, F. M. (1970) *Materialy funktsional'nogo issledovaniia i vrachebno-pedagogicheskogo kontrolya s primeneniem radiopul'sometrii u lits, zanimaiushchikhsia v gruppakh zdorov'ia: avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Materials of Functional Studies and of Medical and Instructor's Control Using Radio Pulsometry in Persons Attending Health Groups. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Medical Sciences Degree]. Sverdlovsk.
- Belov, E. A., Lipatov, G. Ia., Konstantinov, V. G., Kim, G. L., Iarunin, A. V., Adrianovskii, V. I., Samilkin, A. A., and Kuprenkova, N. V. (1999) *Gigienicheskaia kharakteristika uslovii truda rabochikh remontnykh i vspomogatel'nykh professii v proizvodstve rafinirovannoi medi* [Hygienic Characteristics of Working Conditions for Workers of Maintenance and Support Professions in Refined Copper Production], *Gigienicheskii vestnik Urala*, vol. 6, no. 2, pp. 34–44.
- Berseneva, A. P. (1971) *K kharakteristike prodolzhitel'nosti elektricheskoi sistoly serdtsa u cheloveka v protsesse myshechnoi deiatel'nosti (po dannym dinamicheskoi radioelektrokardiografii): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [On the Characterization of the Duration of the Electrical Systole of the Heart in Humans in the Process of Muscular Activity (Based on Dynamic Radioelectrocardiography Data). Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Biological Sciences Degree]. Sverdlovsk.
- Dombrovskii, L. S. (1973) *Voprosy postroeniia radiotelemetricheskikh sistem dlia issledovaniia po prikladnoi fiziologii cheloveka: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Problems in Constructing Radiotelemetry Systems for Applied Human Physiology Research. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Biological Sciences Degree]. Sverdlovsk.
- Forshtadt, V. M. (1974) *Issledovanie i razrabotka metodiki radiotelemetrii dykhanii u cheloveka v protsesse truda: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Research and Development of a Method for Radiotelemetry of Respiration in Humans Performing Work. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Biological Sciences Degree]. Sverdlovsk.
- Gofman, S. S., and Forshtadt, V. M. (1968) *Pervyi opyt dinamicheskoi radioelektroentsefalografii* [The First Attempt at Dynamic Radioelectroencephalography], in: Parin, V. V. (ed.) *Problemy radiotelemetrii v fiziologii i meditsine. Materialy Tret'ego vsesoiuznogo simpoziuma 8–10 apreliia 1968 g.* [Problems of Radiotelemetry in Physiology and Medicine. Proceedings of the Third All-Union Symposium, April 8–10, 1968]. Sverdlovsk.
- Guzevich, D. Iu. (Gouzévitch, D.) (2003) *Nauchnye shkoly kak forma deiatel'nosti* [Scientific Schools as a Form of Activity], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, no. 1, pp. 64–93.
- Iushchenko, A. A., and Chernavkin, L. A. (1932) *Novaia radiometodika v psikhofiziologii truda* [A New Radio Method for Psychophysiology of Labor], *Sotsialisticheskaiia rekonstruktsiia i nauka*, no. 1, pp. 217–220.
- K iubileiu professora Iu. G. Solonina [Towards Professor Yu. G. Solonin's Anniversary] (2019), *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniia*, vol. 7, no. 2, pp. 240–242.
- Kolosova, E. N. (2008) *Vasilii Ivanovich Patrushev: izvestnyi i neizvestnyi* [Vasily Ivanovich Patrushev: Known and Unknown]. Ekaterinburg and Surgut: Magellan.

- Kuznetsova, Z. M. (1975) *Sostoianie vneshnego dykhanii pri fizicheskoi rabote po dannym kompleksnogo issledovaniia s primeneniem radiotelemetrii: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [The State of External Respiration during Physical Work Based on a Comprehensive Study Using Radiotelemetry. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Medical Sciences Degree]*. Sverdlovsk.
- Levanov, V. M., Orlov, O. I., and Merekin, D. V. (2013) *Istoricheskie periody razvitiia telemeditsiny v Rossii [Historical Periods in the Development of Telemedicine in Russia], Vrach i informatsionnye tekhnologii*, no. 4, pp. 67–73.
- Liakh, Iu. E. (1975) *Radiopul'sometricheskaia kharakteristika truda shakhterov kak osnova ego fiziologicheskoi optimizatsii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Radiopulsometric Characteristics of Miners' Labor as a Basis of Its Physiological Optimization. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Biological Sciences Degree]*. Donetsk.
- Malikova, I. K. (1971) *Bioelektricheskaiia aktivnost' miokarda pravyykh otdelov serdtsa u zdorovykh lits i bo'nykh silikozom (po dannym mnogokanal'noi dinamicheskoi radioelektrokardiografii): avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Bioelectrical Activity of the Right Heart Myocardium in Healthy Individuals and Patients with Silicosis (Based on Multichannel Dynamic Radio Electrocardiography Data). Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Medical Sciences Degree]*. Sverdlovsk.
- Maslentseva, S. B. (1974) *Fiziologicheskiiye issledovaniia s primeneniem radiopul'sometrii v otsenke funktsional'nogo napriazheniia organizma pri tiazhelom trude: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Physiological Studies Using Radio Pulsometry in the Assessment of Functional Stress of the Body during Hard Work. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Medical Sciences Degree]*. Sverdlovsk.
- Natochin, Iu. V. (2022) *Tri veka v istorii fiziologii v Rossiiskoi akademii nauk [Three Centuries in the History of Physiology at the Russian Academy of Sciences], Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 43, no. 1, pp. 82–100.
- Pamiati Vladimira Viktorovicha Rozenblata (2000) [In Memoriam Vladimir Viktorovich Rozenblat], *Fiziologiiia cheloveka*, vol. 26, no. 5, p. 150.
- Parin, V. V. (ed.) (1971) *Biologicheskaiia telemetriia [Biological Telemetry]*. Moskva: Meditsina.
- Parin, V. V., and Baevskii, R. M. (1968) *Meditsina i tekhnika [Medicine and Technology]*. Moskva: Znanie.
- Rimskikh, E. I., Gofman, S. S., Turov, A. I., Men', B. A., and Dronov, A. P. (1974) *S'em i obrabotka elektrogramm (EEG, EKG, EOT) u cheloveka v usloviiax estestvennoi aktivnosti [Electrogram (EEG, ECG, EOT) Recording and Processing in Humans in the Conditions of Natural Activity]*, in: *Avtomatizatsiia sbora i obrabotki meditsinskoi informatsii i primeneniye biotelemetrii v praktike kurortov. Materialy II Ukrainskogo respublikanskogo simpoziuma [Automation of Medical Information Collection and Processing and the Use of Biotelemetry in Health Resort Practice. Materials of the 2nd Ukrainian Republican Symposium]*. Kiev.
- Rimskikh, M. L. (1972) *K otsenke uprugo-viazkikh svoistv sosudov v usloviiax professional'noi deiatel'nosti (po dannym radiotelemetrii): avtoref. dis. ... kand. med. nauk [On the Assessment of Viscoelastic Properties of Blood Vessels in the Conditions of Vocational Activity (Based on Radio Telemetry Data). Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Medical Sciences Degree]*. Sverdlovsk.
- Rozenblat, V. V. (1963) *K fiziologii utomleniia i rabotosposobnosti pri myshechnoi rabote cheloveka: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [On the Physiology of Fatigue and Performance during Human Muscular Work. Extended Abstract of Dissertation for the Doctor of Medical Sciences Degree]*. Sverdlovsk.
- Rozenblat, V. V. (1967) *Radiotelemetricheskie issledovaniia v sportivnoi meditsine [Radiotelemetry Research in Sports Medicine]*. Moskva: Meditsina.
- Rozenblat, V. V. (1989) *Simfoniia zhizni (populiarnaia fiziologiiia cheloveka) [Symphony of Life (Popular Human Physiology)]*. Moskva: Fizkul'tura i sport.
- Rozenblat, V. V., and Dombrovskii, L. S. (1959) *Registratsiia po radio chastoty serdechnykh sokrashchenii svobodno peredvigaiushchegosia cheloveka [Heart Rate Recording by Radio in Freely Moving Individual]*, *Fiziologicheskii zhurnal SSSR im. I. M. Sechenova*, vol. 15, no. 6, pp. 718–724.

- Rozenblat, V. V., and Dombrovskii, L. S. (1971) *Primenenie biotelemetrii v fiziologii truda i sporta* [Use of Biotelemetry in Physiology of Labour and Sports], in: Parin, V. V. (ed.) (1971) *Biologicheskaya telemetriya* [Biological Telemetry]. Moskva: Meditsina.
- Rozenblat, V. V., and Stolbun, B. M. (1968) Changes in Viscoelastic Properties of Arteries in Healthy Persons between 20 and 40 Years of Age, *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, vol. 66, no. 3, pp. 942–944.
- Sergeev, A. G. (2008) Mediko-profilakticheskomu fakul'tetu Ural'skoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii 65 let [65th Anniversary of the Faculty of Preventive Medicine of the Ural State Medical Academy], *Ural'skii meditsinskii zhurnal*, vol. 48, no. 8, pp. 5–14.
- Sologub, E. B., Azhickii, K. Iu., and Gofman, S. S. (1972) *Primenenie radiotelemetricheskogo metoda registratsii pri issledovanii elektricheskoi aktivnosti mozga v estestvennykh usloviyakh sportivnoi deiatel'nosti* [The Use of Radiotelemetric Recording Method in the Studies of Electrical Activity of the Brain in the Natural Conditions of Sport Activity], in: Vladimirova, A. I. (ed.) *Kratkie tezisy dokladov III Vsesoiuznoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii "Elektronika i sport-III"* [Brief Abstracts of the 3rd All-Union Scientific and Technical Conference "Electronics and Sport-3"]. Leningrad, vol. 2.
- Sologub, E. B., Sologub, M. I., and Taimazov, V. A. (2015) *Istoriia EEG-laboratorii (istoriia laboratorii universiteta imeni P. F. Lesgafta po issledovaniyu biopotentsialov mozga sportsmenov)* [The History of a EEG-Laboratory (The History of Lesgaft University Laboratory for Research on Biopotentials of Athletes' Brain)], *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta*, vol. 130, no. 12, pp. 213–231.
- Solonin, Iu. G. (1965) *Materialy po radiopul'sometrii pri rabotakh, trebuiushchikh bol'shogo fizicheskogo napriazheniia v usloviyakh nagrevaiushchego mikroklimata: avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Materials on Radiopulsometry during Work Requiring Great Physical Strain in a Heating Microclimate. Extended Abstract of Dissertation for the Candidate of Medical Sciences Degree]. Sverdlovsk.
- Tukshaitov, R. H., and Novoshinov, G. P. (1971) Radiotelemetricheskii fonoelektrokardiograf RFE-1 [Radiotelemetric Phonoelectrocardiograph RFE-1], in: Balanter, B. I. (eds.) *Metodi sbora i analiza informatsii v fiziologii i meditsine* [Methods for Collecting and Analyzing Information in Physiology and Medicine]. Moskva: Nauka.
- Unzhin, R. V., Suzdalova, S. V., and Solonin, Iu. G. (1964) Kombinirovannyi radiotelemetricheskii pribor KRP-5 [Combined Radio Telemetry Device KRP-5], in: III Vsesoiuznaia konferentsiia po meditsinskoi radioelektronike. Tezisy dokladov [3rd All-Union Conference on Medical Radioelectronics. Abstracts]. Moskva.
- Vladimirskii, A. V. (2019) *Istoriia telemeditsiny: stoia na plechakh gigantov (1850–1979)* [The History of Telemedicine: Standing on the Shoulders of Giants (1850–1979)]. Moskva: De'Libri.
- Vladimirskii, A. V. (2021) *Razvitie dinamicheskoi bioradiotelemetrii: kluchevye istoricheskie sobytiia* [Development of Dynamic Bioradiotelemetry: Key Historical Events], *Rossiiskii zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravookhraneniia*, vol. 7, no. 2, pp. 44–49.
- Vorob'ev, A. T. (1977) *Funktsional'noe sostoianie serdtsa cheloveka pri intensivnoi myshechnoi deiatel'nosti po dannym radioelektrokardiografii: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk* [The Functional State of Human Heart during Intense Muscular Activity Based on Radioelectrocardiography Data. Extended Abstract of Dissertation for the Doctor of Medical Sciences Degree]. Moskva.
- Westerhof, N. A. (2011) Short History of Physiology, *Acta Physiologica*, vol. 202, no. 4, pp. 601–603.
- XXIV s"ezd Kommunisticheskoi partii Sovetskogo Soiuza. 30 marta – 9 apreliia 1971 goda. Stenograficheskii otchet [24th Congress of the Communist Party of the Soviet Union. March 30 – April 9, 1971. Verbatim Report] (1971). Moskva: Izdatel'stvo politicheskoi literatury.

Received: May 7, 2022.