

УДК 536.48

## **ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕ- НИЙ ВО ВНИИФТРИ**

**Г.А. Кытин, Я.Е. Ражба**

*ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская область,  
Kyt35@mail.ru*

*По следам архивной хроники, публикаций и из воспоминаний сотрудников, работавших  
много лет с авторами настоящей статьи*

*In the footsteps of archival chronicle, publications and from memories of employees working a  
long time ago under the direction of the authors of the present article.*

*Ключевые слова: низкотемпературные измерения, платиновые термометры сопротивления,  
международная практическая температурная шкала*

Создание направления низкотемпературных измерений началось с образования по инициативе Нобелевского лауреата Петра Леонидовича Капицы отдельной лаборатории низкотемпературных измерений, которая вошла в состав вновь образованного в 1955 г. института ВНИИФТРИ. Первоначально лаборатория размещалась вместе с лабораторией службы времени в одном старинном здании на улице Щусева в Москве, пока шло строительство капитальных зданий около посёлка Менделеево. При образовании лаборатории Институт физических проблем (ИФП) АН СССР помог лаборатории с оснащением необходимым оборудованием и высококвалифицированными кадрами: в лаборатории стали работать по совместительству ряд сотрудников Института, в том числе такие известные учёные, как П.Г. Стрелков и А.С. Боровик-Романов. Они стали первыми разработчиками низкотемпературных шкал и средств измерений низких температур ниже 0° С: под руководством Стрелкова П.Г. были разработаны первые длинностержневые платиновые термометры сопротивления ПТС-10 для диапазона температур от - 200° С до 600°С и капсульные платиновые термометры сопротивления ТСПН-1 с чувствительными элементами в виде спиралей платиновой проволоки на геликоидальном каркасе для диапазона ниже 273,15 К вплоть до ~10 К.

А.С. Боровик-Романов и П.Г. Стрелков разработали и первый газовый термометр без вредного объёма и вместе с М.П. Орловой установили национальную шкалу низких температур в диапазоне от 13,8 К до 90,19 К, откалибровав в газовом термометре группу эталонных платиновых термометров сопротивления типа ТСПН-1 [1]. В 1959 году в связи с уходом П.Г. Стрелкова начальником лаборатории стала Орлова Маргарита Петровна, которая со свойственным ей энтузиазмом занялась подбором

кадров из числа молодых выпускников таких вузов, как МГУ, МФТИ, МЭИ и др. Каждому сотруднику она находила и поручала такую самостоятельную работу, которая со временем могла стать основой для будущей диссертации при надлежащем трудолюбии и активности. В результате большинство сотрудников защитили кандидатские диссертации под её руководством, в том числе В.А. Медведев, Ю.А. Дедиков, Г.А. Кытин, Л.А. Медвелева, Л.Б. Белянский, Я.Е. Ражба, Б.И. Альшин, Р.В. Филончик, В.М. Хныков, В.А. Павлов, С.Ф. Варфоломеев, Н.П. Рыбкин, Г.С. Абилов, Р.В. Зорин, О.Ф. Погорелова, В.Т. Шкраба, К.В. Курилёнок, Я.С. Агранович. Для расширения научного кругозора и повышения квалификации Маргарита Петровна рекомендовала своим сотрудникам посещать известный семинар П.Л. Капицы в Институте физических проблем АН СССР. Ко всем сотрудникам М.П. Орлова относилась с одинаковым вниманием и заботой. В результате в коллективе создавалась дружеская творческая атмосфера. Маргарита Петровна увлекалась горным и водным туризмом. Впечатлениями от своих путешествий она делилась со своими сотрудниками. В результате водный туризм стал основным видом отдыха для большинства сотрудников.

М.П. Орлова с самого начала привлекла лабораторию к участию в международных работах, проводимых под руководством Консультативного Комитета по термометрии (ККТ) МБМВ. Начиная с 1961 г. она сама активно участвовала в общих заседаниях ККТ и представляла официальные документы о результатах работ, проведённых в лаборатории.

Основой будущей МПТШ ниже температуры кипения кислорода  $\sim 90,19$  К послужили четыре национальные шкалы, построенные по газтермометрическим измерениям в НБС (США), НФЛ (Англия), ПГУ (США) и ВНИИФТРИ (СССР). Сличение шкал в диапазоне от  $90,19$  К до  $273,15$  К, проведённое во ВНИИФТРИ и НФЛ, показало, что расхождение между шкалами меньше, чем их отличие от МПТШ-48 [2]. Поэтому вместо МПТШ-48 было решено построить новую Международную практическую температурную шкалу МПТШ-68 [3], и ВНИИФТРИ стал соавтором этой новой международной шкалы температур. В этой работе принимали активное участие как “старые” сотрудники А.С. Боровик-Романов, П.Г. Стрелков, М.П. Орлова, Д.И. Шаревская, Д.Н. Астров, так и “новые”, из числа пришедших в лабораторию после 1960 года: В.А. Медведев, Ю.А. Дедиков, Л.А. Медведева, Г.А. Кытин, Л.Б. Белянский [2, 5], Я.Е. Ражба [4, 5].

Под руководством М.П. Орловой, В.А. Медведевым и Ю.А. Дедиковым в 1961-65 гг. была разработана установка и проведены измерения термодинамических свойств жидких водорода и неона в связи с использованием этих газов в космической технике [6,7].

Дальнейшие работы лаборатории были направлены на освоение температур ниже платиновой термометрии, т.е. ниже 13,81 К. Под руководством М.П. Орловой коллектив сотрудников Д.Н. Астров, Л.А. Медведева [8] и Г.А. Кытин [9] в сотрудничестве с лабораторией полупроводников института «Гиредмет» разработали германиевые термометры сопротивления с высокой температурной чувствительностью и достаточной для многих целей стабильностью показаний в диапазоне от  $\sim 30$  К до 1,5 К. Д.Н. Астров, М.П. Орлова, Г.А. Кытин отобрали группу из 4-х наиболее стабильных термометров со стабильностью показаний в пределах  $\pm 0,001$  К и в 1969 году нанесли на них термодинамическую шкалу температур в диапазоне от 4,2 К до 20,3 К в старом газовом термометре без вредного объёма, приспособленном для измерений при гелиевых температурах [10]. Используя германиевые термометры ВНИИФТРИ из этой группы и германиевые термометры, полученные из НБС (США), было проведено сличение их показаний в криостате и таким образом сличение газовой шкалы ВНИИФТРИ с первой акустической шкалой НБС в диапазоне от 4,2 К до 20,3 К [11]. Под руководством М.П. Орловой в эти же годы был разработан Р.В. Филончиком конденсационный термометр для воспроизведения температурной шкалы по давлению паров гелия-4 [12].

В результате в 1973 году было утверждено 3 Государственных эталона единицы температуры: Государственный первичный эталон для воспроизведения единицы по МПТШ-68 в диапазоне температур от 13,81 К до 273,16 К (учёный хранитель — Л.Б. Белянский), Государственный специальный эталон в диапазоне температур от 1,5 К до 4,2 К (учёный хранитель — Р.В. Филончик), Государственный специальный эталон в диапазоне температур от 4,2 К до 20,3 К (учёный хранитель — Г.А. Кытин).

По инициативе М.П. Орловой и при активном её участии в разработке проекта, в Менделеево был построен отдельный корпус тепловых измерений, и в 1965 году началось его заселение. В корпусе были предусмотрены отдельные помещения для лаборатории получения жидких газов (гелия и водорода) и для макетной мастерской. К концу 70-х годов в корпусе работало свыше 100 человек. Лаборатория получения жидких газов (начальник М.С. Гликман) своевременно поставляла жидкие газы по заявкам лабораторий. Макетная мастерская (начальник О.И. Ларьков) была оснащена необходимым станочным оборудованием и имела квалифицированные кадры токарей, слесарей сварщиков и паяльщиков для изготовления высоковакуумных низкотемпературных устройств. Лаборатория изготовления термометров сопротивления (начальник С.Ф. Варфоломеев) успешно справлялась не только со своевременной поставкой термометров сопротивления по заявкам различных организаций, но и занималась разработкой новых типов эталонных и рабочих термометров в соответствии с потребно-

---

*Альманах современной метрологии, 2017, № 12*

стями науки и промышленности.

Под руководством С.Ф. Варфоломеева была разработана новая конструкция капсульных эталонных и образцовых платиновых термометров сопротивления ТСПН-3, ТСПН-4, ТСПН-5В, ТСПН-6, чувствительный элемент которых состоит из нескольких платиновых спиралей, навитых на платиновые остеклованные стержни. Испытания, проведённые на больших партиях, показали, что разработанные термометры устойчивее старых к механическим нагрузкам и в целом соответствуют требованиям, предъявляемым к эталонным платиновым термометрам в МПТШ-90. Большое внимание М.П. Орлова уделяла не только созданию эталонов температуры, но и созданию теплофизических эталонов. Под её руководством были созданы и утверждены Государственные специальные эталоны: теплоёмкости (учёный хранитель Н.П. Рыбкин)[13], теплопроводности (К.В. Курилёнок), ТКЛР (Я.С. Агранович).

Перед уходом из ВНИИФТРИ М.П. Орлова поставила и внесла в перспективные планы развития разработку нового существенно более точного газового термометра, так как старый не соответствовал требуемой точности измерения термодинамической температуры, и прежде всего требовался новый ртутный манометр. Новый газовый термометр постоянного объёма с мембраной из кристаллического сапфира и ртутным манометром с интерференционным измерителем высоты столбов ртути был успешно изготовлен в начале 80-х годов, и к 1986 году были закончены измерения термодинамических температур в диапазоне от 2,5 К до 273,16 К коллективом под руководством Д.Н. Астрова [14]. В дальнейшем результаты их измерений стали основой при создании действующей шкалы МТШ-90 [15].

М.П. Орлова перешла на работу в ИВТАН СССР в 1972 году, но еще несколько лет участвовала в работе Учёного Совета ВНИИФТРИ по защите докторских диссертаций. Под её руководством и в её отделе было защищено 20 кандидатских диссертаций и одна докторская диссертация.

### Литература

Список работ М.П. Орловой в зарубежных и переводных изданиях, индексируемых в Web of Science [1]-[13]

1. Боровик-Романов А.С., Орлова М.П., Стрелков П.Г. Установление шкалы низких температур между 90, 19 и 10° К. М: Изд. Гл. Палаты мер и весов, 1954.
2. Белянский Л.Б., Орлова М.П., Шаревская Д.И., Астров Д.Н. Измерительная техника. 1969. № 3, - с. 43.
3. International practical temperature scale of 1968. Metrologia.- 1969. v. 5, p. 35.

4. Razhba Y.E., Belyanskii L.B., Orlova M.P., Sharevskaya D.I.- Measurement Techniques.- 1973. v. 16. p. 390.
5. Orlova M.P., Astrov D.N., Sharevskaya D.I., Belyanskii L.B., Razhba Y.E., Khnykov V.M. Measurement Techniques. 1973. v. 16. p. 477.
6. Dedikov Y.A., Orlova M.P., Medvedev V.A., Zhurnal Fizicheskoi Khimii 1972. v. 46 c. 2669.
7. Medvedev V.A., Dedikov Y.A., Orlova M.P. Russian Journal of Physical Chemistry USSR. 1971. v. 45. p. 297.
8. Orlova M.P., Astrov D.N., Medvedeva L.A. Cryogenics. 1965. v: 5. p: 165.
9. Kytin G.A., Astrov D.N., Orlova M.P., Galushkina G.A., Khnykov V.M. Measurement techniques-USSR. 1970 p. 1853.
10. Astrov D.N., Orlova M.P., Kytin, G.A., Metrologia. 1969. v: 5. p. 111.
11. Kytin G.A.; Orlova M.P., Astrov D.N., Kurilenok K.V. Measurement Techniques-USSR. 1970. v: 5. p. 700.
12. Orlova M.P., Astrov D.N., Filonchik R.V. Measurement Techniques. 1973. v. 16. p. 793.
13. Rybkin N.P.; Orlova M.P., Baranyuk A.K., Nurullaev N.G., Rozhnovskaya L.N. Measurements Techniques. 1974. v. 17. p. 1021.
14. Astrov D.N., Beliansky L.B., Dedikov Y.A., Polunin S.P., Zakharov A.A.- Metrologia, 28, p. 151-166, 1989.
15. Preston-Thomas H. The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90). Metrologia, 27, p. 3-10, 1990.