

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

На правах рукописи



Савелова Ольга Алексеевна

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ
ТОМОГРАФИИ В СИБИРИ: ПРЕДПОСЫЛКИ, ИНСТИТУЦИОНАЛИЗАЦИЯ,
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО
ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА СО РАН)

07.00.10 – История науки и техники

Диссертация

на соискание учёной степени
кандидата исторических наук

Научный руководитель
доктор исторических наук,
старший научный сотрудник
Водичев Евгений Григорьевич

Томск – 2018

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Становление исследований в области магнитно-резонансной томографии (МРТ)	31
1.1. Радиоспектроскопия как фундаментальная основа МРТ.....	31
1.2. Возникновение научного направления в области магнитного резонанса в СО АН СССР.....	62
1.3. Формирование Международного томографического центра (МТЦ) СО РАН: социально-экономические и научно-организационные предпосылки.....	85
Глава 2 Развитие МТЦ СО РАН как комплексного научного учреждения	112
2.1. Эволюция научных школ и направлений в области немедицинских приложений ЯМР- томографии: проблема междисциплинарных взаимодействий.....	112
2.2. МРТ как социально значимый метод диагностики.....	142
2.3. Медико-биологические приложения МРТ: практическое применение и перспективы развития в МТЦ СО РАН.....	166
Заключение	194
Список сокращений	201
Список использованных источников и литературы	203
Приложение А Публикации сотрудников ИХКиГ СО АН СССР и МТЦ СО РАН в области магнитного резонанса (наиболее значимые).....	244
Приложение Б Маркеры институционализации исследований в области магнитного резонанса в ИХКиГ СО АН СССР.....	251
Приложение В Структура научной части МТЦ СО РАН.....	255
Приложение Г Публикационная активность МТЦ СО РАН.....	257
Приложение Д Значимые научные мероприятия по ЯМР- спектроскопии и томографии.....	258

Приложение Е Маркеры институционализации исследований в области магнитного резонанса в МТЦ СО РАН.....	261
--	-----

Введение

Актуальность и научная значимость. Развитие междисциплинарных областей знания и наукоёмких технологий – одна из актуальных тем истории науки и техники. От перспектив, связанных с научно-техническими инновациями, зависит будущее страны. К числу таких инновационных направлений относится метод магнитно-резонансной томографии (МРТ). История внедрения метода, а также его развитие и использование в научных исследованиях и социальной практике на базе Международного томографического центра (МТЦ) СО РАН уникальны. На основе эволюции идей и поисковых исследований в области спиновой химии за несколько десятилетий вырос метод с множеством прикладных применений, вокруг которого сформировалось новое научное учреждение. Этот процесс, разворачивавшийся на фоне радикальных изменений социально-экономической и политической ситуации в стране и оказавшийся в русле новых тенденций мировой научной политики во второй половине XX – начале XXI в., с точки зрения исследовательской значимости сложно переоценить. Интерес к истории инновационного МРТ в Сибирском отделении АН СССР / РАН обусловлен его распространением в России в период 1990-х – начале 2000-х гг., которое произошло во многом благодаря созданию одного из первых в стране международных научных центров.

Становление МРТ основано на концепции нобелевского лауреата П. Лаутербура¹. Метод, использующий явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР)², измеряющий пространственную локализацию его сигналов, является уникальным, поскольку неинвазивен (*без проникновения в структуру,*

¹ Paul C. Lauterbur / The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2003. [Электронный ресурс]. URL: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/lauterbur-facts.html (дата обращения 25.07.2012).

² *Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)* – резонансное поглощение или излучение электромагнитной энергии веществом, содержащим ядра с ненулевым спином во внешнем магнитном поле, обусловленное переориентацией магнитных моментов ядер // [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерный_магнитный_резонанс (дата обращения 25.07.2012).

неразрушающий) и безопасен (*работает в диапазоне радиочастотных волн*)³. В настоящее время МРТ динамично развивается и активно используется для интроскопии непрозрачных для видимой области светового спектра объектов живых и неживых систем. Значительный интерес также вызывает расширение диапазона возможностей МРТ-метода – исследования внутренней структуры небиологических объектов и ряд других междисциплинарных приложений метода не только в медицине и биологии, но, прежде всего, в химии, физике, материаловедении, а также психологии, неврологии, антропологии, филологии и др.

Опыт многолетней деятельности специалистов в области спиновой химии и ядерного магнитного резонанса в различных институциональных контекстах, реконструкция способов адаптации советских форм организации научных исследований к новым социально-экономическим условиям 1990-х – начала 2000-х гг., преемственность научных школ в области спиновой химии и сопредельных научных направлений – все эти аспекты имеют высокую научную значимость для истории науки и техники. Соответственно, в диссертации рассматриваются вопросы влияния научных школ и их лидеров на формирование сценариев развития МРТ как новой научной дисциплины и как метода. Особое внимание в этой связи уделяется становлению МРТ-исследований и созданию МТЦ СО РАН как самостоятельного научно-исследовательского института открытого типа. Всесторонний анализ истории развития магнитно-резонансной томографии показывает, что этот процесс был напрямую связан с институциональными изменениями в академической науке в Сибири на протяжении более чем 30 лет.

Наряду с реконструкцией важного аспекта истории российской науки, анализ научных коммуникаций, структур и механизмов научного познания позволяет осмыслить процесс институционализации нового научного направления и выявить

³ Lauterbur P. Nature. 1973. V. 242. P. 190-191.

специфику передачи научного знания через образование новых научных школ в современной химии.

Степень изученности проблемы. В настоящее время ещё недостаточно специальных исследований, посвящённых как сибирским научным школам в области ЯМР- томографии, так и формированию, и развитию этого направления в академической науке в Сибири. Вместе с тем, можно выделить ряд научных публикаций, отражающих некоторые науковедческие аспекты по теме диссертационного исследования, связанные со становлением МРТ, предпосылки и условия для развития соответствующих проектов в Сибирском отделении, общий научный «фон» – специальные исследования по ЯМР- спектроскопии и томографии за рубежом, «вписанные» в историю развития метода.

Имеющийся в нашем распоряжении историографический массив можно разделить на пять условных групп: 1) работы по социальным процессам и научным школам, имеющие методологическое значение; 2) работы по истории науки в Сибири; 3) публикации по истории СО АН СССР / СО РАН и его учреждений; 4) исследования по истории спиновой химии (и других сопредельных областей), ЯМР- спектроскопии и МРТ в целом; 5) работы по истории международных исследовательских центров в СО АН СССР / СО РАН вообще и МТЦ в частности.

Первая группа представлена работами общего теоретико-методологического характера, посвященными исследованию историко-социальных процессов в науке и научным школам. Эти вопросы рассматриваются в трудах советских и зарубежных авторов (М. Г. Ярошевский, С. Р. Микулинский, Е. З. Мирская, Б. М. Кедров, Г. Кребер, Н. Маллинз, Д. Равецц, Г. Штейнер и др.)⁴. В данной работе не предполагалось детально рассматривать вопрос о феномене научных

⁴ Социально-психологические проблемы науки: ученый и научный коллектив. М., 1973. 252 с; Школы в науке. М., 1977. 524 с.; Извозчиков В. А., Потёмкин М. Н. Научные школы и стиль научного мышления. СПб., 1997. 140 с.; Мирская Е. З. Научные школы как формы организации науки. Социологический анализ проблемы // Науковедение. 2002. № 3. С. 8-24; Михель Д. В. Социальная история медицины: становление и проблематика // Журнал исследований социальной политики. 2009. Т. 7. № 3. С. 295-312; Афанасьева А. Э. История медицины как междисциплинарное исследовательское поле // Историческая наука сегодня: теории, методы, перспективы. М., 2011. С. 419-437; Аллахвердян А. Г. Динамика научных кадров в советской и российской науке: сравнительно-историческое исследование. М., 2014. 263 с.; и др.

школ как комплексную науковедческую проблему в контексте исторического развития, однако для тематики нашего исследования важен ряд теоретических представлений о научных школах. Понятие «научная школа» имеет несколько значений и смысловых оттенков, которые отражены в истории как отечественной⁵, так и зарубежной⁶ философской мысли. Согласно трёхаспектной модели науки, предложенной советским психологом и науковедом М. Г. Ярошевским, и которой будет придерживаться автор данного диссертационного исследования, адекватное описание научной школы может быть дано в системе, определённой тремя координатами: социально-научной, предметно-логической, и личностно-психологической. Их взаимоотношение и взаимодействие образуют основную единицу анализа научной школы – исследовательскую программу⁷.

Американский социолог Д. Равецц отмечает, что важным фактором, объединяющим учёных в научную школу, является стиль научного мышления. «Понятие стиля проливает свет на целый ряд социальных и психологических аспектов научной деятельности и на функционирование научных школ... Стиль учителя передаётся его ученикам, определяет способ межличностного общения в школе, мотивацию научной деятельности её членов»⁸. В монографии В. С. Черняка «История, логика, наука» исследуются проблемы теории и истории науки, такие как научное общение, научный коллектив и стиль научного мышления, причины возникновения научных школ и проблемы

⁵ Новые научные направления и общество. М.-Л., 1983. 236 с.; Ведущие научные школы России. М., 1998. Вып.1. 624 с.; Гузевич Д. Ю. Научная школа как форма деятельности // Вопросы истории естествознания и техники. 2003. № 1. С. 64-93; Устюжанина Е. В., Евсюков С. Г., Петров А. Г., Казанкин Р. В., Дмитриева М. Б. Научная школа как структурная единица научной деятельности. М., 2011. 73 с.; Крайнева И. А. Генезис дисциплины в поле науки: вычислительное дело – программирование – информатика // Вестн. Том. гос. ун-та. 2017. № 421. С. 118-128; и др.

⁶ Коммуникация в современной науке. М., 1978. 438 с.; Холтон Дж. Тематический анализ науки. М., 1981. 384 с.; Поппер К. Р. Нормальная наука и опасности, связанные с ней // Философия науки. Вып. 3. Проблемы анализа знания. М., 1997. С.49-57; и др.

⁷ Ярошевский М. Г. Логика развития науки и научная школа // Школы в науке. М., 1977. С. 7-97.

⁸ Кузнецова В. Ф. Научные школы [Текст]: Философская энциклопедия // Кемеров В. Е., «Панпринт», 1998. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.psyoffice.ru/6-183-nauchnaja-shkola.htm> (дата обращения 17.09.2011).

их функционирования⁹. С этой точки зрения также большой интерес представляет сборник «Научная деятельность: структура и институты»¹⁰ со статьями ряда известных теоретиков и социологов науки (Т. Парсонс, Н. Сторер, Р. Уитли, Н. Маллинз и др.).

В целом эта часть историографического массива имеет существенное теоретическое значение, подготавливая почву для понимания динамики многих процессов, связанных с оформлением метода МРТ в СО АН СССР / СО РАН и с созданием МТЦ СО РАН. Вместе с тем, такие работы имеют весьма общий характер, в них не содержится конкретного анализа эволюции научных школ в спиновой химии и метода МРТ, и соответственно, нет критериев для построения моделей дальнейшего развития научной школы на длительном отрезке времени.

Во втором блоке объединены актуальные для нашего исследования работы, посвященные процессам институционализации научной деятельности в Сибири, её организационной специфике, в том числе с точки зрения образования и развития научных коллективов и учреждений. Тенденции советской научной политики, ход её реализации, особенности формирования научной сети – по данной тематике существует множество работ, необходимых для понимания исторического контекста развития нового научного метода¹¹. Среди прочих следует отметить ряд работ по институциональному развитию академической науки в Сибири¹². В них даётся обширный срез трансформации научных

⁹ Черняк В. С. История, логика, наука. М., 1986. 372 с.

¹⁰ Научная деятельность, структуры и институты. М., 1980. 432 с.

¹¹ Наука в экономической структуре народного хозяйства. М., 1990; Мирский Э. М., Барботько Л. М., Борисов В. В. Научная политика XXI века: тенденции, ориентиры и механизмы // Наукоеведение. 2003. № 1. С. 8-26; Аблажей Н. Н., Букин С. С., Водичев Е. Г., Ламин В. А., Тимошенко А. И. Экономические и социокультурные взаимодействия в Урало-Сибирском регионе. Новосибирск, 2004. 228 с.; Советская культурная политика и практика её реализации в Сибирском регионе: очерки истории. Новосибирск, 2006. 215 с.; Научно-образовательный потенциал Сибири в первой половине XX в.: динамика и механизмы развития. Новосибирск, 2009. 250 с.; и др.

¹² Артёмов Е. Т. Историография организации академической науки в Сибири // Развитие науки в Сибири. Методология. Историография. Источниковедение. Новосибирск, 1986. С. 111-121; Он же. Формирование и развитие сети научных учреждений АН СССР в Сибири. 1944 - 1980 гг. Новосибирск, 1990. 189 с.; Он же. Научно-техническая политика в советской модели позднеиндустриальной модернизации. М., 2006. 256 с.; Он же. Как принимались решения в советской системе управления (случай создания Сибирского

институтов в Сибири под воздействием разнообразных факторов: внешних – социально-экономической и политической ситуаций, и внутренних – развития научных дисциплин, рост самосознания научных сообществ и т. д. К этой же группе относится ряд работ, посвящённых истории создания и развития отдельных научных школ в различных областях химии и физики, физиологии и медицины, а также других научных направлений, в которых предпринята попытка осмыслить научные школы как инструмент изучения научных направлений¹³.

В третью группу мы выделили работы, посвящённые истории образования и становления Сибирского отделения Академии наук¹⁴, а также издания публицистического характера¹⁵, передающие хронологию этих событий. Особенно интересны для нас аспекты, посвященные кадровому научному потенциалу в Новосибирском научном центре, поскольку становление и деятельность научных школ невозможно рассматривать вне системы подготовки научных кадров.

отделения АН СССР) // Уральский исторический вестник. 2011. № 3. С. 129-138; и др.; Водичев Е. Г. Путь на Восток: формирование и развитие научного потенциала Сибири (середина 50-х – 60-е гг.). Новосибирск, 1994. 203 с.; Он же. Наука на востоке СССР в условиях индустриализационной парадигмы. Новосибирск, 2012. 348 с.; и др.

¹³ Школы в науке ...; Изучение традиций и научных школ в истории советской психологии. М., 1988. 168 с.; Добрецов Н. Л., Молодин В. А., Ермиков В. Д., Притвиц Н. А. Научные школы Академии наук как инструмент сохранения и пополнения научного потенциала: (на примере СО РАН) // Науковедение. 2003. № 1. С. 71-86; Шалимов С.В. «Спасение и возрождение»: Исторический очерк развития генетики в Новосибирском научном центре в годы «оттепели» (1957-1964). Новосибирск, 2011. 240 с.; Он же. Проблемы социальной истории отечественной генетики в "позднесоветский" период (1970-е - первая половина 1980- х гг.) (на материалах Новосибирского научного центра) // Вопросы истории естествознания и техники. 2015. Т. 36. № 4. С. 665-697; и др.

¹⁴ Артёмов Е. Т., Соскин В. Л. Сибирское отделение АН СССР: принципы и этапы организации и деятельности // Вопросы истории естествознания и техники. 1982. № 4. С. 40-53; Добрецов Н. Л. Академия наук и Сибирь // Науковедение. 1999. № 3. С. 77-115; Российская академия наук. Сибирское отделение: Исторический очерк / Е. Г. Водичев, С. А. Красильников, В. А. Ламин и др. Новосибирск, 2007. 510 с.; Кузнецов И. С. Рождение Академгородка. 1957- 1964. Документальная летопись. Новосибирск, 2006. 198 с.; Он же. Новосибирский научный центр: Хроника становления. Новосибирск, 2007. 262 с.; Он же. У истоков Академгородка: строительство города науки в Сибири (1957-1964). Новосибирск, 2007. 167 с.; Водичев Е. Г. Новосибирский академгородок и региональные центры СО РАН в контексте академических стратегий и практик (конец 1950-х – начало 2000-х гг.). Новосибирск, 2008. 184 с.; и др.

¹⁵ Наука. Академгородок. Университет: Воспоминания. Очерки. Интервью. Новосибирск, 1999. 479 с.; Городок.ru. Новосибирский Академгородок на пороге третьего тысячелетия: Воспоминания, размышления, проекты. Новосибирск, 2003. 420 с.; и др.

В историографии накоплен значительный комплекс исследований, характеризующий различные аспекты развития кадровой составляющей СО АН СССР / СО РАН, в которых выделены принципы и основные этапы её формирования и развития, а также определена роль ведущих учёных и их последователей в этом процессе¹⁶. Ряд работ посвящён истории создания и развития Новосибирского государственного университета (НГУ) и его факультетов как важного элемента системы научных организаций в Сибирском регионе¹⁷; формированию научных школ Сибирского отделения и отдельным учёным-организаторам науки, игравшим ключевые роли в этих процессах¹⁸.

К этой группе относятся и более детальные работы о жизни учёных, связанных со становлением спиновой химии, метода ЯМР и МТЦ. Следует отметить публицистические статьи, дающие представление о вопросах научной организации с точки зрения самих учёных, работы биографического характера. Особую значимость в контексте поставленных в диссертационном исследовании задач имеют взгляды и деятельность академиков В. В. Воеводского и Р. З. Сагдеева, поскольку теоретические концепции лидеров научного

¹⁶ Зуев В. Е. История создания и развития академической науки в Томске. Новосибирск, 1999. 77 с.; Куперштох Н. А. Кадры академической науки Сибири (середина 1950-х – 1960-е годы). Новосибирск, 1999. 151 с.; Она же. О некоторых тенденциях развития Томского научно-образовательного центра // Философские науки. 2002. № 1. С. 81-103; Она же. Научные школы России и Сибири: проблемы изучения // Философия науки. Новосибирск, 2005. № 2. С. 93-106; Осолок К. В. Проблемы подготовки специалистов-химиков в университетах СССР во второй половине XX в. // Теория и практика общественного развития. 2013. № 7. С. 107-113; и др.

¹⁷ Новосибирский университет: Опыт интеграции образования и науки. Новосибирск, 1991. 172 с.; Наука. Академгородок. Университет: Воспоминания ... ; НГУ: вчера, сегодня, завтра. Воспоминания. Очерки. Интервью, 1959 – 2009. Новосибирск, 2009. 286 с.; Хроника жизни НГУ (к юбилею 55 лет НГУ) [Электронный ресурс]. URL: http://nsu.ru/exp/2014/5/16/hronika_zhizni_ngu (дата обращения 16.05.2014); О времени и о себе. ФФ НГУ 1963-1968 гг. Новосибирск. 2014. 824 с.; Материалы ФЕН НГУ. История создания и развития. (Юбилейная книга ФЕН, к 25-летию). Новосибирск, 1984. 74 с.; и др.

¹⁸ Добрецов Н. Л., Молодин В. И. Научные школы Академии наук // Доклад на рабочем совещании «Как сохранить интеллектуальный потенциал России» (в изложении). Наука в Сибири. 2002. № 48-49. С. 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?6+229+1> (дата обращения 17.02.2014); Добрецов Н. Л. и др. Научные школы Академии ... 2003. С. 71-86; Нотман Р. К. Преемственность: Научные школы СО РАН. Новосибирск, 2007. 539 с.; Федюк Е. Р. Академик Сергей Алексеевич Христианович и его научные школы : автореф. дис. ... канд. ист. наук. Томск, 2010. 19 с.; Крайнева И. А. Генезис дисциплины ... ; и др.

сообщества и основателей научных школ задают вектор дальнейшего развития рассматриваемого научного метода и его применения. Всё имеющееся многообразие публикаций¹⁹ о них позволяет достаточно полно представить их роль и вклад в становление метода ЯМР, развитие научных школ и создание МТЦ.

В четвертую группу выделены специальные публикации по истории спиновой химии (и других сопредельных областей), ЯМР-спектроскопии и томографии, безотносительно деятельности сибирских учёных²⁰. Сюда же входят монографии и коллективные труды российских²¹ и зарубежных²² учёных,

¹⁹ Кондратьев В. Н. Ученый, педагог, организатор // За науку в Сибири, 1967. № 31. С. 2; Памяти В. В. Воеводского // Известия СО АН СССР, отд. Х.н. 1967. Вып. 2. С. 181-182; Юдина Л., Лешина Т. Наследие академика Воеводского // Наука в Сибири. 1987. № 29. С. 1,6; Цветков Ю. Один из первых // Наука в Сибири. 1994. № 5-6. С. 2; Институт, который построил Сагдеев: Беседа // Санкт-Петербургский университет. 2004. № 6. С. 6; К 90-летию со дня рождения Владислава Владиславовича Воеводского (1917-1967) // Химия в интересах устойчивого развития. 2008. Т. 16. № 3. С. 285-287; Куперштох Н.А. Очерки о лидерах академической науки Сибири. Вып. 1. Новосибирск, 2011. 155 с.; Магнетизм академика Сагдеева (рубрика Персона) // Совет директоров. 2011. № 12. С. 22-23; и др.

²⁰ Дубовицкий Ф. И. Институт химической физики. (Очерки истории). Черноголовка, 1992. 812 с.; Лауреаты Нобелевской премии 2003 года: по физиологии и медицине – П. Лаутербур и П. Мэнсфилд // Природа. 2004. № 1. С. 6-8; Завойская Н. Е. История одного открытия. М., 2007. 208 с.; Кессених А. В. Открытие, исследования и применения магнитного резонанса // УФН. 2009. Т. 179. № 7. С. 737-764; Он же. Эдвард Майлз Перселл, Феликс Блох и открытие магнитного резонанса // ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН. 2012. С. 23-24. [Электронный ресурс]. URL: <http://ufn.ru/tribune/trib116.pdf> (дата обращения 06.03.2014); Альтшулер Н. С., Ларионов А. Л., Кессених А. В. Очерки истории Казанской школы магнитной радиоспектроскопии // История науки и техники. 2016. № 2. С. 18-46; др.

²¹ Воеводский В. В., Солодовников С. П., Чибрикин В. М. Исследование спектров электронного парамагнитного резонанса (э.п.р.) отрицательных ионов некоторых ароматических и гетероциклических соединений // Докл. Акад. наук СССР. 1959. Т. 129. № 5. С. 1082-1084; Магнитные эффекты и изотопные эффекты нового типа в химических реакциях / Сагдеев Р. З., Лешина Т. В., Салихов К. М., Молин Ю. Н. // Фундаментальные исследования. X. н. Новосибирск, 1977. С. 72-77; Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях. Новосибирск, 1978. 296 с.; Молин Ю. Н. О роли физики в химических исследованиях // Методологические и философские проблемы химии. Новосибирск, 1981. С. 218-224; Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях / Бучаченко А. Л., Молин Ю. Н., Сагдеев Р. З., Салихов К. М., Франкевич Е. Л. // Успехи физических наук. 1987. Т. 151. № 1. С. 173-174; Детектирование ЭПР триплетных молекул в газе по тушению флуоресценции при СВЧ-накачке / Макаров В. И., Молин Ю. Н., Кочубей С. А., Ищенко В. Н. // Докл. Рос. акад. наук. 1997. Т. 352. № 6. С. 768-770; и др.

²² Damadian R. Tumor detection by nuclear magnetic resonance. Science 171, (1971); 1151- 1153; Lauterbur P. Nature ...; Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. М., 1984. 478 с.; Andrew E R. A historical review of NMR and its clinical applications. in: Steiner R E, Radda G K. Nuclear magnetic resonance and its clinical applications. Brit Med Bull 1984; 40: 115-119; Grant D M and Harris R K. Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance. Vol. 1 - Historical perspectives. Chichester, New York: John Wiley and Sons. 1996. 826 p.; Хорнак Дж. П. Основы МРТ

где подробно раскрывается генезис и развитие метода. Часть этих работ выделена нами, как научное наследие²³, представляющее также необходимый источниковый материал для изучения и раскрытия темы диссертационного исследования.

Особо стоит отметить ставшее классическим издание «Магнитный резонанс в медицине»²⁴, изданное под редакцией профессора П. А. Ринка и рекомендованное Европейским Форумом по магнитному резонансу в качестве учебника по основам и некоторым применениям МР- томографии и спектроскопии. Ряд работ зарубежных учёных посвящён вопросам, относящимся к истории открытия МРТ²⁵, его развитию как эффективного визуализационного метода в биологии и клинической медицине в европейском контексте. Появление ЯМР- спектроскопии *in-vivo*²⁶ стимулировало изучение биохимических процессов в живых тканях животных и человека²⁷. ЯМР применяется для изучения сложных органических молекул, включая биологические объекты²⁸. Начинается применение магнитного резонанса в диагностической медицине американским врачом Р. Дамадианом²⁹. В специализированных работах рассматривались различные аспекты

/ Copyright © 1996-2007 J. P. Hornak. С. 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm> (дата обращения 02.05.2015); Bandettini P. A. Twenty years of functional MRI: The science and the stories / *Neuroimage*, 2012; 62: 575-588; и др.

²³ Воеводский В. В. и др. Исследование спектров ... ; Магнитные эффекты и изотопные эффекты ... ; и др.

²⁴ Rink P. A. *Introduction into Magnetic Resonance in Medicine*, Stuttgart, New York, 1990. 256 p.; Магнитный резонанс в медицине: осн. учеб. Европ. Форума по магнит. резонансу. М., 2003. 245 с.

²⁵ Lauterbur P. *Nature* ...; Andrew ER. A historical review of NMR ... ; и др.

²⁶ Richard R. Ernst (Ричард Р. Эрнст) [Электронный ресурс]. URL: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1991/ (дата обращения 25.07.2012).

²⁷ Odeblad E, Lindström G. Some preliminary observations on the proton magnetic resonance in biological samples // *Acta Radiol* 1955; 43: 469-476; Jardetzky O. A study of interactions of aqueous sodium ion by nuclear spin resonance. Ph.D. thesis. Univ. of Minnesota. 1956; Kowalsky A. *Nuclear Magnetic Resonance Studies of Proteins* // *The journal of biological chemistry*. 1962; 6. Printed in U.S.A. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jbc.org/content/237/6/1807.full.pdf> (дата обращения 21.11.2016); и др.

²⁸ Jackson J. A., Langham W. H. Whole-body NMR spectrometer. *Rev. Sci. Instrum.* 1968; 510- 513; Ligon T. MS thesis. Oklahoma State University. 1967. Among others cited by Budinger T F and Lauterbur P C. Nuclear magnetic resonance technology for medical studies. *Science*. 1984; 226: 288-298; и др.

²⁹ Damadian R. Tumor detection ...

ЯМР- спектроскопии, МРТ³⁰, а также многочисленные возможности их междисциплинарных приложений³¹. В этом ряду значимое место занимает монография учёных Московского государственного университета (МГУ) Анисимова Н. В., Батовой С. С., Пирогова Ю. А., посвящённая разработке новых методов МРТ, широко применяющейся в медицинской диагностике и научных исследованиях³². В монографии В. Н. Корниенко и И. Н. Пронина дан обзор современных нейровизуализационных методов, включающих компьютерную томографию (КТ), МР- спектроскопию и томографию, функциональную МРТ³³. Более 1000 страниц монографии содержат сведения о возможностях современных МР- технологий в неинвазивном исследовании разных патологических изменений человеческого организма. Это итоги многолетнего опыта специалистов-медиков в области комплекса нейрорентгенологических исследований, проведённых в институте Нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко РАМН, которые являются справочником по клинике и диагностике, но не источником по

³⁰ Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М. Магнитные и спиновые эффекты ... ; Лаврентьев М. М., Кирейтов В. Р., Пикалов В. В., Преображенский Н. Р. Проблемы физической томографии. Новосибирск, 1985. 138 с.; Coates, G. R. NMR Logging, Principles&applications. Houston, 2001. 342 p.; Джафаров И. С. Применение метода ядерного магнитного резонанса для характеристики состава и распределения пластовых флюидов. М., 2002. 439 с.; Многоядерная магнитно-резонансная томография – многофункциональный инструментальный для исследования свойств материалов, процессов транспорта и каталитических реакций / Коптюг И. В., Лысова А. А., Ковтунов К. В., Живонитко В. В., Хомичев А. В., Сагдеев Р. З. // Успехи химии. 2007. Т. 76. Вып. 6. С. 628-645; и др.

³¹ Лундин А. Г., Федин Э. И. Ядерный магнитный резонанс: основы и применения. Новосибирск, 1980. 192 с.; Сеницын В. Е. Магнитно-резонансная томография в новом столетии. // Радиология и практика. 2005. № 4. С. 17-22; Методы магнитно-резонансной томографии в биомедицинских исследованиях / Анисимов Н. В., Губский Л. В., Куприянов Д. А., Пирогов Ю. А. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2005. № 4-5. С. 73-82; Тулупов А. А. Совершенствование мр-томографической визуализации кровотока и ликворотока в области головы и шеи : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск, 2006. 20 с.; Коростышевская А. М. Диагностические возможности магнитно-резонансной спектроскопии (обзор перспективных направлений) // Медицинская визуализация. 2007. № 3. С. 130-143; Коптюг И. В. и др. Многоядерная магнитно-резонансная томография ... С. 628-645; Функциональная магнитно-резонансная томография и нейронауки / Штарк М. Б., Коростышевская А. М., Резакова М. В., Савелов А. А. // Успехи физиологических наук. 2012. Т. 43, № 1. С. 3-29; Heidi Johansen-Berg The future of functionally-related structural change assessment / Neuroimage. 2012. 62: 1293-1298; и др.

³² Анисимов Н. В., Батова С. С., Пирогов Ю. А. Магнитно-резонансная томография: управление контрастом и междисциплинарные приложения. М., 2013. 244 с.

³³ Корниенко В. Н., Пронин И. Н. Диагностическая нейрология. М. 2006. 1326 с.

истории возникновения и развития МРТ. Коротко вопросы физических основ МРТ и его использования в обследовании органов и систем, диагностике заболеваний и повреждений, а также история открытия метода, излагаются в руководстве³⁴ для врачей-рентгенологов, специалистов по лучевой диагностике под редакцией Г. Е. Труфанова и В. А. Фокина. В работах В. Ю. Босина, Н. Н. Блинова, Э. Г. Чикирдина говорится о достижениях современных технологий в практическом здравоохранении, эффективности и успехах внедрения КТ и МРТ-методов в лечебно-диагностическую практику³⁵.

В пятый блок включены публикации по истории международных центров СО АН СССР / СО РАН вообще и о создании Международного томографического центра в частности³⁶. Несмотря на многочисленные научные и научно-популярные публикации в области ядерного магнитного резонанса и его применений, а также существующий широкий диапазон мнений по поводу отдельных аспектов этой области исследования, история возникновения и распространения метода ЯМР-томографии в России и в Сибири до настоящего времени не получила подробного рассмотрения ни в российских, ни в зарубежных работах. Причина столь слабого внимания исследователей-историков науки к этому направлению обусловлена, на наш взгляд, тем, что метод возник относительно недавно и развивается чрезвычайно динамично, находя своё применение во множестве научных дисциплин (физика, химия, биология и медицина, геология, археология и даже филология). Все эти обстоятельства представляют сложность для фиксации и изучения данного явления со строгих научных позиций.

Тем не менее, можно проследить два этапа в формировании этого библиографического массива. На первом этапе исследователей интересовали идеи

³⁴ Магнитно-резонансная томография (руководство для врачей) / Под. ред. проф. Г. Е. Труфанова и канд. мед. наук В. А. Фокина. СПб. 2007. 688 с.

³⁵ Блинов Н. Н., Мазуров А. И. Современная роль рентгеновской техники в медицинской интроскопии // Мед. техника. 1998. № 6. С. 3-5; Они же. Медицинская рентгенотехника на пороге XXI века // Мед. техника. 1999. № 5. С. 3-6; Блинов Н.Н., Чикирдин Э.Г. Технологическая база лучевой диагностики // Вестн. рентгенологии и радиологии. 1998. № 5. С. 58-59.

³⁶ Ермиков В. Д. Международные научные центры в Сибири // Науковедение. 2001. № 3. С. 40-47; Куперштох Н. А. История Международного томографического центра СО РАН // Философия науки. 2008. № 1. С. 169-179; и др.

и общие принципы использования ядерного магнитного резонанса в различных областях научного знания. Однако в этот период практически отсутствуют отечественные исторические исследования по теме. Также интерес привлекали международные исследовательские центры СО АН СССР / РАН, которые начали возникать в конце 1980-х как открытые лаборатории и обещали стать научными учреждениями, организующими совместные проекты для отечественных и зарубежных учёных³⁷.

На втором этапе, в 1990-х гг. появляются первые публикации, непосредственно относящиеся к институционализации метода МР- томографии в СО РАН. В основном это материалы конференций, посвящённых проблемам ЯМР- спектроскопии и МРТ, публицистические статьи и очерки об открытии нового научно-методического центра, юбилейные и памятные статьи в газетах и журналах. Все они освещали ход событий и публиковались параллельно со становлением Международного томографического центра как самостоятельного научного учреждения³⁸. Первой попыткой реконструировать историю создания МТЦ СО РАН, не получившей дальнейшего развития, стала статья Н. А. Куперштох³⁹, поднимающая вопросы авторства идеи создания МТЦ, а также роли Р. З. Сагдеева и его научного коллектива в организации Центра.

Анализ публикаций о становлении и развитии метода в СО АН СССР / СО РАН, его новизне и научной значимости показал, что большинство работ принадлежит специалистам в области теоретического обоснования метода с точки зрения фундаментальной науки и его прикладному использованию или

³⁷ Ермиков В. Д. Международные научные центры ... ; Куперштох Н. А. Развитие научных центров Сибири: (Середина 1950-х – середина 1980-х гг.) // Традиции и новации в духовной культуре Сибири XVII-XX вв. Новосибирск, 2003. С. 167-192; Коптюг В. А. Научное сотрудничество российской академической науки с организациями западных стран // Стратегия лидеров. Новосибирск, 2007. С. 336-343; и др.

³⁸ Международный томографический центр: фундаментальная наука – предпринимательство – медицина // Материалы Всерос. семинара «Российская наука: состояние и проблемы развития». Новосибирск. 1996. 170 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sbras.ru/win/conferen/rus-sci/dokl/sagdeev.html> (дата обращения 21.02.2014); Институт, который построил Сагдеев ...; Томографический центр: будни и перспективы / Плотников Ю. // Наука в Сибири. 2005. № 6. С. 4-5; и др.

³⁹ Куперштох Н. А. История Международного томографического центра ...

достижениям специалистов-медиков в клинической практике. За рамки подобных исследований выходит статья сотрудника НИИ кардиологии СО РАМН доктора медицинских наук П. И. Лукьянёнка об истории развития магнитно-резонансной томографии в России⁴⁰. Специалист в области кардиологии, первый в России (1986 г.) защитивший кандидатскую диссертацию по использованию МРТ в медицинской диагностике⁴¹, характеризует диагностический отдел МТЦ СО РАН как центр подготовки кадров высшей квалификации в области лучевой диагностики.

Таким образом в историографическом массиве доминируют статьи о МРТ и его применении в различных научных областях, написанные профильными специалистами (физиками, химиками, биологами, медиками и т. д.), а также научно-публицистические материалы, включая фрагменты воспоминаний учёных, опубликованные в периодической печати. Значительно проработаны методологические и теоретические вопросы, относящиеся к тематике научных школ, научной политике и институционализации научных учреждений в Сибири, прежде всего в СО АН СССР / СО РАН. Вместе с тем, отсутствуют работы, в которых была бы представлена целостная картина институционализации важнейшего научного направления и метода МРТ, являющегося предметом диссертационного исследования, вплоть до образования самостоятельной научной дисциплины и профильного научного учреждения. Имеющиеся публикации профессиональных историков касаются лишь отдельных аспектов данной проблемы и не претендуют на широкий охват темы. Для её более полного раскрытия необходимо комплексное исследование.

Объектом исследования является магнитно-резонансная томография как научное направление и метод анализа и диагностики с использованием явления ядерного магнитного резонанса.

⁴⁰ Лукьянёнок П. И. Исторические аспекты магнитно-резонансной томографии в России // Научное обозрение. Медицинские науки. 2016. № 2. С. 59-67.

⁴¹ Лукьянёнок П. И. Магнитно-резонансная томография в диагностике почечных артериальных гипертензий: автореф. дис... канд. мед. наук. М., 1986. 26 с.

Предмет исследования – институционализация научных школ и направлений в СО АН СССР / СО РАН по проблемам ЯМР- спектроскопии и томографии.

Цель исследования – историческая реконструкция этапов внедрения и использования МРТ в Сибирском отделении АН СССР / РАН под воздействием различных факторов: от внутри- и общенаучных предпосылок до изменяющихся социально-экономических условий.

Поставленная цель обусловила необходимость решения ряда **исследовательских задач**:

- установить ключевые факторы формирования научных школ в области ЯМР- спектроскопии в СО АН СССР, определить основные стадии и формы их институционализации;

- выделить этапы развития исследований в области ЯМР- спектроскопии и томографии в СО АН СССР / СО РАН;

- дать комплексную характеристику процесса формирования и развития МТЦ СО РАН как специализированного научно-исследовательского учреждения (НИУ);

- определить место научных школ и учреждений СО АН СССР / СО РАН в развитии ЯМР- спектроскопии и томографии как междисциплинарного научного направления, аналитического и диагностического метода;

- выявить и систематизировать предпосылки внедрения МРТ в академической науке в Сибири, а также показать его значение в современной науке и социальной практике;

- проанализировать деятельность специалистов диагностического отдела МТЦ СО РАН по медико-биологическому применению МРТ.

Хронологические рамки исследования. Специфика целей и задач исследования определила его временные рамки. Необходимо отметить, что нижняя хронологическая грань весьма условна. Это связано с предпосылками становления ЯМР- исследований от открытия явления ядерного магнитного резонанса в 1946 г. до 1970-х гг. – начала исследований в СО АН СССР в области спиновой химии

и основных процессов, обусловленных влиянием магнитных полей на протекание радикальных реакций, а также молекулярного магнетизма и ЯМР- спектроскопии и томографии. Верхняя граница – начало 2000-х гг. – связана с завершением процессов институционализации научного направления в области МРТ и становлением МТЦ СО РАН как специализированного НИУ, что в свою очередь обеспечило динамичное внедрение МРТ как метода диагностики в медицинскую практику и развитие исследований в области функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ).

Территориальные рамки – в приложении к формальной институционализации МРТ они ограничены Новосибирским научным центром (ННЦ) СО АН СССР / СО РАН, где в ряде научных учреждений складывался новый метод, приведший к созданию МТЦ. Вместе с тем, исследование эволюции научных методов предполагает отсутствие каких-либо территориальных границ, поэтому в работе анализируется также опыт отечественных и зарубежных исследований в сфере ЯМР- спектроскопии и МРТ.

Методологическая основа исследования. Методика исследования включает в себя общенаучные методы: критико-диалектический, анализа и синтеза, аналогии, сравнений, экстраполяции и др., позволяющие проанализировать явления с точки зрения взаимообусловленности и развития в конкретно-исторических обстоятельствах. В основе методологии исследования лежат теоретические представления и подходы, совокупность которых позволяет наиболее полно и достоверно проанализировать изучаемые процессы на макро- и микроуровнях.

Наиболее общий уровень методологии базируется на теории постиндустриального общества, в соответствии с которой наука и наукоёмкие технологии рассматриваются в качестве ключевых драйверов общественного развития⁴². Макроуровень также представлен идеями Т. Куна о развитии науки

⁴² Гейтс Б. Дорога в будущее. М., 1998. 286 с.; Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: Опыт социального прогнозирования. М., 1999. 956 с.; Иноземцев В.Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы. М., 2000. 302 с.; Тоффлер Э. Третья волна. М. 2004. 261 с.; и др.

посредством научных революций и смены парадигм, когда результаты исследований уже не укладываются в рамки существующих общепринятых концепций и представляются «аномальными»⁴³. Т. Кун признавал особую важность конкурирующих научных школ, борьбу новых идей и концепций в формировании новой научной парадигмы. Актуальность его теории в современном науковедении очевидна, т. к. позволяет проанализировать и объяснить этапы формирования и развития научных школ, а также выявить роль их лидеров и коллективов в становлении того или иного научного направления.

Приступая к изучению тех или иных научных школ, необходимо выделить наиболее распространённые типы научных объединений, которые обычно понимаются под этим термином в отечественном науковедении:

- научно-образовательная школа, как правило, включающая коллектив, коммуникативные отношения в котором основаны на связи «учитель-ученик», и общую образовательную базу;

- школа – исследовательский коллектив – основана уже не только на отношениях наставничества, но и коллегиальности, соавторства, разрабатывающая определённую исследовательскую программу;

- школа как научное направление – такая школа, характеризуется единой «научной традицией» (парадигмой)⁴⁴, которая поддерживается и развивается учёными разных исследовательских коллективов, вплоть до различных научных сообществ по разным направлениям научного знания. Она приобретает в определённых социально-исторических условиях национальный, а в ряде случаев и интернациональный характер. Как правило, «подлинные научные школы объединяют чаще всего эти три ипостаси»⁴⁵. Именно этой позиции мы придерживаемся в нашей работе.

Макроуровень включает комплекс подходов, учитывающих не только различные аспекты изучаемой проблемы, особенности разных научных областей

⁴³ Кун Т. Структура научных революций. М., 1977. С. 227-236.

⁴⁴ Устюжанина Е. В. и др. Научная школа как структурная единица ... С. 4-5.

⁴⁵ Кузнецова В. Ф. Научные школы ... [Электронный ресурс]. URL: <https://www.psyoffice.ru/6-183-nauchnaja-shkola.htm> (дата обращения 17.09.2011).

и их междисциплинарных взаимоотношений, но и принимающих во внимание систему взаимодействия науки и общественного развития, экономической, политической и социокультурный аспекты⁴⁶. Микроуровень основан на подходе к науке как виде интеллектуальной деятельности и включает в себя совокупность представлений о процессах институционализации конкретной области знания на локальном уровне.

Диссертация основана на принципах исторического исследования, таких как историзм, системность и объективность. Выбор методов исследования – историко-генетический, позволяющий выявить причинно-следственные связи; сравнительно-исторический, предоставляющий возможности для сопоставлений условий формирования научных школ и выявления общего и особенного в их развитии; и структурно-функциональный, способствующий проведению анализа функций научных школ и учреждений – обусловлен методологическими основаниями работы. Сочетание этих методов позволило проследить причинно-следственные связи и в наибольшей степени продвинуться в попытке реконструировать историю объекта исследования. Также в работе применялись биографический метод и метод фокусированного интервью, позволяющие комплексно представить личность лидеров научных школ и направлений в избранной области исследований. Биографические данные, известные сведения о жизненном пути учёных являются основой для создания образа исторического персонажа. Правильный баланс источникового материала складывается из сухих фактов и данных официальных характеристик, а также воспоминаний, субъективных впечатлений и оценок участников событий⁴⁷.

Источниковая база. В диссертационном исследовании использован комплекс источников, которые отражают как развитие научных идей и концепций,

⁴⁶ Основы науковедения. М., 1985. 432 с.; Рой О. М. Исследования социально-экономических и политических процессов. СПб., 2004. 364 с.

⁴⁷ Александров В. В. Исторический портрет и его функция в историческом познании // Биография как вид исторического исследования. Тверь. 1993. С. 5-12; Белановский С. А. Методика и техника фокусированного интервью. М., 1993. 352 с.; Биографический метод в социологии: история, методология, практика. М., 1993. 147 с.

так и научно-организационные процессы. Его основу составляют документы ведомственных и региональных архивов: Российской академии наук (РАН) – фонды: 2 (Секретариат Президиума РАН), 411 (Управление кадров РАН), и её Сибирского отделения (НАСО) – фонды: 10 (Президиум СО АН СССР), 38 (Институт химической кинетики и горения (ИХКиГ) СО АН СССР), 75 (Воеводский В. В. (1917–1967), Государственного архива Новосибирской области (ГАНО) – фонд Р-1848 (НГУ). Наибольшее число документов представлено материалами НАСО, Документального фонда мемориальной библиотеки и музея академика В. А. Коптюга при Отделении Государственной публичной научно-технической библиотеки Сибирского отделения РАН (ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН), материалами текущего делопроизводства учреждений и организаций: Президиума СО РАН, МТЦ СО РАН, Института химической кинетики и горения (ИХКиГ) СО РАН.

Имеющийся массив документов можно разделить на шесть групп:

- нормативно-правовые;
- материалы делопроизводства;
- справочно-статистические источники;
- публикации периодической печати;
- материалы личного происхождения: мемуары, переписка, интервью;
- научные труды (публикации сотрудников ИХКиГ СО АН СССР и позже МТЦ СО РАН).

К *нормативно-правовым* относятся документы государственных, партийных органов и ведомств (постановления, распоряжения, приказы), определяющие приоритеты развития отечественных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в различных научных областях и науки.

Из фондов НАСО, РАН, ГАНО извлечены документы, отражающие все этапы формирования нового научного метода вплоть до его институционализации в виде МТЦ СО РАН. В числе таких документов – Распоряжение Президента РФ (о создании Томографического центра), постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР, постановления Президиума СО АН СССР / СО РАН. Часть

законодательных и распорядительных документов опубликована в специальных изданиях⁴⁸, либо в сети Интернет. Наибольшую долю составляют документы ведомств и региональных властей, а также документы из центра. Поскольку научное направление формировалось в Сибирском отделении АН СССР / РАН, многие организационные вопросы решались на месте. Руководствуясь только этими документами составить представление о том, каковы были внутренние механизмы развития нового научного направления и метода весьма проблематично. При использовании документов мы учитывали вероятность неточностей при публикации или возможные ошибки в определении фактов: даты, авторы и пр.

Материалы делопроизводства наиболее многочисленны и представлены документами партийных органов, госучреждений и научных организаций (СО АН СССР / СО РАН, ИХКиГ, МТЦ):

- организационно-распорядительная документация (уставы, решения, резолюции, приказы, распоряжения и пр.);

- протоколно-стенографические материалы (протоколы заседаний Учёных советов ИХКиГ, МТЦ, стенограммы заседаний ИХКиГ СО АН СССР / СО РАН, МТЦ СО РАН, научные доклады, а также научно-технических и диссертационных советов этих институтов);

- деловая переписка;

- информационные документы (различные материалы Президиума, в том числе по кадровому составу; отчеты о научной деятельности учреждений; служебные и докладные записки (Ю. Н. Молина, Р. З. Сагдеева и др.) по вопросам финансирования, структурирования и реорганизации научно-исследовательской деятельности);

⁴⁸ КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. (1898-1986). М., 1986. 576 с.; Сибирское отделение Российской академии наук: создание (1957-1961 годы). Новосибирск, 2007. 376 с.; и др.

- отчётно-контрольные материалы (отчёты, приказы по институтам; научно-техническая документация, штатные расписания, заключения комплексных проверок).

Этот комплекс документов дополнен информацией о правительственных наградах, присуждении премий, научных степеней, заявками на патенты и их реализацией, официальными материалами научных конференций и семинаров, опубликованными программами научных школ, докладами и статьями в академических изданиях. Все они в достаточной мере отражают фактическое состояние научного направления: перечень исследований и освещение их результатов на международном уровне, наиболее интересные и перспективные идеи и их трансформация для научных подразделений и школ, изменения кадрового состава и пр.

Приказы Министерства образования и Министерства здравоохранения отражают изменения по различным проблемам финансирования, кадрового обеспечения, определения стратегии научной работы. Одним из важнейших источников по теме являются протоколы заседаний учёных советов ИХКиГ и МТЦ, отчёты научных учреждений о научной и научно-организационной деятельности: эти документы позволяют выявить хронологию событий – как возникали новые научные идеи, трансформировались, оформлялись в научные подразделения и научные школы, а затем на их базе появлялись самостоятельные учреждения.

Особую группу источников представляют доклады и выступления руководителей Сибирского отделения (А. А. Трофимук, В. А. Коптюг, Н. Л. Добрецов и др.). Эти материалы, связанные с разработкой и реализацией научной политики на региональном уровне, характеризуют ключевые тенденции развития Отделения, в русле которых формировалось и новое направление⁴⁹.

При работе с источниками этого типа мы придерживались всех необходимых условий критики: оценивалось содержание документов, цель и обстоятельства их создания, а также неоднозначность в установлении причины принятия того или

⁴⁹ Российская академия наук. Сибирское отделение: Стратегия лидеров. Новосибирск, 2007. 542 с.

иною решения. Также необходимо отметить, что источниковая база в ряде случаев имеет лакуны и недостаток фактического материала. Основные причины – документы не передавались на хранение в архивы, передавались не полностью, либо вообще отсутствуют. Безусловно, это представляло трудность для исследования, однако за счёт тщательного подбора других источников нам удалось восполнить данный недостаток и собрать источниковый массив, который в полной мере способствует решению поставленных задач. В целом выявленный комплекс делопроизводственных материалов позволяет с достаточной ясностью представить основные вехи институционализации метода ЯМР на обозначенном хронологическом этапе, а также реконструировать создание НИУ нового типа.

Использовались в работе и *справочно-статистические источники*, представляющие собой материалы из архивов, а также электронных баз данных и публикаций⁵⁰, позволяющие извлечь информацию о развитии кадрового потенциала, изменении организационной структуры научных учреждений и пр. Они дополнялись материалами из научно-справочных и энциклопедических изданий⁵¹, периодики. Статистика необходима для характеристики развития научных школ, нового метода и работы МТЦ за достаточно продолжительный период времени по нескольким формальным параметрам – количество и качество кадрового состава, дисциплинарный состав сотрудников МТЦ и др. Это позволило проследить динамику изменения качественно-количественных параметров

⁵⁰ Электронная база данных Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения 24.10.2016); Научная электронная библиотека elibrary.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения 3.11.2016); ГПНТБ СО РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spsl.nsc.ru/> (дата обращения 21.12.2017); Scopus (SciVerse Scopus) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения 23.12.2017); и др.

⁵¹ Академия наук СССР. Сибирское отделение. Хроника. 1957-1982 гг. Новосибирск, 1982. 337 с.; Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав. Новосибирск, 2007. 603 с.; Новосибирский государственный университет и Сибирское отделение Российской академии наук в программе "Интеграция". Новосибирск, 2001. 182 с.; Использование материалов по истории вуза в курсе истории КПСС: справочные материалы по истории Новосибирского государственного университета им. Ленинского комсомола. Новосибирск, 1987. 27 с.; Новосибирский государственный университет. 1970. 209 с.; Большая советская энциклопедия; Большая российская энциклопедия; и др.

в данном научном сообществе. Основной недостаток этого типа источников – пробелы в статистических данных.

Необходимой группой источников стали *материалы периодической печати*, включающие вместе с нарративными и документальными публикации, прежде всего в газете «Наука в Сибири». Материалы прессы характеризуются оперативным освещением событий с акцентом на тех моментах, которые представлялись наиболее важными в конкретный момент времени. Это позволило оценить в ряде случаев социальную значимость описанных явлений, их резонанс в научной среде и обществе. Безусловно, следует учитывать сильный субъективно-оценочный момент прессы как источника, наличие социального заказа, давления и контроля, более низкую информативность по сравнению с источниками другого типа.

Важным источником являются *материалы личного происхождения*, которые восполняют лакуны официальных документов и привносят необходимые детали. В диссертационной работе использовались воспоминания учёных и организаторов науки, материалы интервью из личного архива автора (с В. Д. Ермиковым, Ю. Н. Молиным, Р. З. Сагдеевым, О. В. Филониным и др.). В ходе исследования была проанализирована и систематизирована информация, акцентированная на вопросах организационного и научно-прикладного характера при институционализации нового направления. Серией интервью удалось уточнить хронологию неосвещённых официально и неподтверждённых архивными материалами событий. Мемуаристика, интервью и другие источники личного происхождения дают нам представление о существовавшей в научном сообществе расстановке сил и приоритетов внутри научных коллективов. С помощью воспоминаний возможно получить подробности и прояснить неясные моменты, на которые нет ответа в других источниках в силу их особенностей, отмеченных выше (нормативные, делопроизводственные документы). Также в работе использована переписка между ведущими учёными и руководством СО АН СССР / СО РАН (например, В. А. Коптюгом и Р. З. Сагдеевым) – она весьма значима для понимания мотиваций учёных-организаторов науки, трудностей и проблем, которые их волновали на этапе становления метода и создания МТЦ.

В то же время нельзя не отметить субъективизм этого типа источников: зачастую точка зрения конкретного автора или собеседника на события из дипломатических соображений подвергается самоцензуре. Личность автора, место и роль участника событий, временной контекст и воздействие окружения оказывают непосредственное влияние на его способность объективно отразить интересующие нас события. В данном случае описываемые события достаточно свежи в памяти некоторых непосредственных участников, поэтому при критике источников мы особенно внимательно отнеслись к возможной самоцензуре авторов воспоминаний.

Важным источниковым материалом являются *научные труды* – работы сотрудников ИХКиГ СО АН СССР, а позже и МТЦ СО РАН в том числе диссертации и авторефераты диссертаций, представляющие научное наследие необходимое и используемое нами для понимания генезиса ЯМР- метода и МРТ, их развития. Эта группа объединяет значительный массив публикаций, поэтому нами выделена лишь часть из них и оформлена в приложение А.

Отметим тот факт, что процесс исторической реконструкции этапов институционализации ЯМР и МРТ в Сибирском отделении был затруднён спецификой предмета, группами источников, рассмотренных выше, и рядом их ограничений. В то же время выявленные источники многообразны и взаимно дополняют друг друга, что обеспечивает достаточную базу для решения поставленных задач.

На защиту выносятся следующие положения

- Формирование метода ЯМР- спектроскопии и томографии происходило на основе взаимодействия и синтеза нескольких направлений фундаментальных исследований, получивших развитие в XX в., в частности радиоспектроскопии, физической и спиновой химии, биологии и биофизики, некоторых областей теоретической и прикладной математики, медицины.

- Четыре качественно отличных этапа развития исследований в области ЯМР- спектроскопии и томографии в СО АН СССР / СО РАН, охватывают вторую половину XX – начало XXI вв. Процесс институционализации состоял из

нескольких стадий – от появления нового научного направления на стыке спиновой химии и химической физики (первый этап), через формирование научных коллективов и возникновение научных школ (второй этап) и создание специализированных лабораторий в академическом институте химического профиля ИХКиГ СО АН СССР/РАН (третий этап) до образования самостоятельного академического учреждения – МТЦ СО РАН (четвертый этап).

- Основные маркеры институционализации, основы, принципы формирования и развития МТЦ как комплексного научно-исследовательского учреждения включают: эволюцию трёх научных направлений Центра – исследования магнитно-спиновых эффектов в химических реакциях, изучение молекулярно-организованных систем, медицинская МРТ; развитие научно-организационной структуры; формирование собственной системы подготовки кадров через аспирантуру и диссертационные советы, а также создание специализированных кафедр в НГУ и курсов усовершенствования для медицинских работников; расширение международных коммуникаций; стимулирование публикационной активности; адаптацию финансово-хозяйственной деятельности МТЦ к условиям рыночной экономики.

- Универсальные возможности ЯМР как аналитического инструмента, которые обеспечили его эффективное использование в химии, физике, биологии, медицине, экологии, формируя при этом единое междисциплинарное поле. Научные школы и учреждения СО РАН используют ЯМР-томографию для проведения фундаментальных исследований и для создания новых инструментальных технологий (ЯМР-томограф «Гидроскоп», МР-микротомография в катализе, фМРТ в неврологии, МРТ в археологии и лингвистике, высокопольный микро-томограф для лабораторных животных и т. д.).

- Формирование научных школ в области ЯМР-спектроскопии и томографии в СО АН СССР / СО РАН происходило под влиянием факторов собственно-научного характера и внешней по отношению к науке совокупности экономических, политических и социальных детерминант. К первым из них относилась тенденция к синтезу результатов химии, физики и других

фундаментальных дисциплин, и к формированию базисных основ для развития междисциплинарных исследований и их технологизации. Детерминанты внешнего по отношению к науке порядка были опосредованы научной политикой Сибирского отделения благоприятной для интеграции научных исследований и способствовавшей развитию межнаучных коммуникаций и международного сотрудничества, а также предоставлением достаточной финансово-хозяйственной самостоятельности МТЦ СО РАН.

- МРТ, её медико-биологические применения как один из важных социально-направленных диагностических методов, обеспечивающих человекоберегающие процессы в современном обществе. Резкий рост интереса к МРТ в последней четверти XX – начале XXI вв. в научной и медицинской практике обусловлен её высокой эффективностью, неинвазивностью, безопасностью, а также широкими возможностями визуализации результатов. Технология МРТ в целом – это яркий пример синергетического эффекта, стимулирующего развитие разных областей науки, образования и инновационной практики.

Степень достоверности результатов проведенных исследований. Достоверность полученных результатов определяется всесторонним анализом научной литературы по теме исследования, репрезентативностью источниковой базы, включающей в себя различные типы источников, а также применением корректных методов исследования.

Научная новизна. В диссертационном исследовании на материалах академической науки в Сибири впервые в отечественной историографии рассмотрено становление и развитие МРТ не только как научного направления, но и как метода исследований и диагностики. Детально представлен процесс институционализации научного направления от возникновения научных идей и вплоть до формирования специализированного научного учреждения Международного Томографического Центра СО РАН как комплексного научно-исследовательского и научно-практического учреждения. На документальной основе впервые выявлена преемственность научных идей в области спиновой химии и связанных с ней приложений и методов, приведших к формированию

МРТ, прослежено зарождение новых научных школ, реконструирован процесс трансформации научного направления в широко используемый, прежде всего в медицине, метод. В работе очерчены изменения социального контекста, государственной научной политики и показано их влияние на содержание и научно-организационные трансформации этой области знаний. В научный оборот введён новый круг источников, в том числе воспоминания учёных, собранные и обработанные автором.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в систематическом изложении материала по институционализации нового научного направления – МРТ в академической науке в Сибири и в России в целом, расширяя знания в области его исторического развития от появления аналитического и диагностического метода вплоть до формирования самостоятельного научного учреждения МТЦ СО РАН.

Практическая значимость работы. Материалы и выводы диссертационной работы могут использоваться для формирования перспективных стратегий в сфере развития и дальнейшего применения ЯМР- спектроскопии и МРТ; в обобщающих трудах по истории науки и медицины; при подготовке лекционных курсов и учебных методических пособий по томографии для студентов исторических, медицинских, биологических, психологических специальностей и другого круга заинтересованных лиц.

Апробация. Основные положения, результаты и выводы диссертационного исследования докладывались на международных конференциях: IV Молодежной научной школе «Магнитный резонанс и магнитные явления в химической и биологической физике» (IV International School for Young Scientists "Magnetic Resonance and Magnetic Phenomena in Chemical and Biological Physics", Новосибирск, 2016 г. – приглашённый лектор), Международной научной конференции «Азиатская Россия: проблемы социально-экономического, демографического и культурного развития (XVII–XXI вв.)» (Новосибирск, 2016 г.),

X Международной научно-практической конференции «История техники и музейное дело» (Москва, 2016 г.)⁵².

Публикации. Основные итоги изложены в 9 публикациях, в том числе 3 – в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, учёной степени доктора наук (из них 2 статьи – в российском научном журнале, индексируемом Web of Science), 3 статьи – в журналах естественнонаучного профиля (из них 2 статьи – в российском научном журнале, переводная версия которого индексируется Web of Science), 3 публикации в сборниках материалов международных научной и научно-практической конференций и молодёжной научной школы.

Материалы и выводы диссертации использовались при реализации проекта «ЯМР томография в физико-химических и медико-биологических исследованиях», поддержанного Интеграционным грантом СО РАН – СО РАМН № 28 Б-2012 «Динамическое картирование головного мозга и когнитивное управление физиологическими функциями: фМРТ-ЭЭГ исследование», выполнявшегося в 2012–2014 гг. на базе лаборатории «МРТ Технологии» МТЦ СО РАН.

Структура диссертации. Логика построения диссертации, взаимосвязи между её частями определяются темой и задачами, поставленными до и в ходе исследования. Структурные компоненты работы включают введение, основную часть (2 главы, 6 разделов) с иллюстративным материалом (6 рисунков, 11 таблиц), заключение, список сокращений, список использованных источников и литературы (376 наименований), приложения (6), всего 276 страниц.

⁵² Савелова О. А. История развития метода магнитно-резонансной томографии в СО АН СССР / СО РАН // Материалы IV Молодежной научной школы «Магнитный резонанс и магнитные явления в химической и биологической физике» (IV International School for Young Scientists "Magnetic Resonance and Magnetic Phenomena in Chemical and Biological Physics"). Новосибирск, 2016. С. 21; Она же. История ЯМР-исследований в СО АН СССР / СО РАН во второй половине XX века // Материалы международной научной конференции «Азиатская Россия: проблемы социально-экономического, демографического и культурного развития (XVII–XXI вв.)». Новосибирск, 2016. С. 319–326; Она же. История развития метода магнитно-резонансной томографии в Сибирском отделении АН СССР / РАН // Материалы X Международной научно-практической конференции «История техники и музейное дело». Москва, 2017. С. 126–130.

Глава 1 Становление исследований в области магнитно-резонансной томографии (МРТ)

1.1. Радиоспектроскопия как фундаментальная основа МРТ

С начала 1960-х гг. «как и ранее, стратегии территориального роста формировались почти исключительно исходя из общегосударственной, а не региональной целесообразности»⁵³. Для восточных регионов СССР в региональной политике доминирующими оставались два направления: военно-стратегическое и развитие производственной базы на энергетических и сырьевых ресурсах этих территорий. Тем не менее, научно-техническая политика занимала одно из важнейших мест в совокупности «макросоциальных» политик государства. Определение темпов развития и научно-технического потенциала и пропорций его размещения на восточных территориях являлось её едва ли не самой важной задачей⁵⁴. К концу 1950-х гг. по словам академиков М. А. Лаврентьева и С. А. Христиановича всё большую актуальность приобретал вопрос рассредоточения академических учреждений и создания научных центров на востоке страны⁵⁵. Он требовал оперативного, крупномасштабного решения.

Сибирское отделение Российской академии наук было организовано в соответствии с принятыми 18 мая 1957 г. Постановлениями⁵⁶ ЦК КПСС и Совета Министров СССР для формирования региональной компоненты научного потенциала страны, а также с целью развития её восточных регионов. Его создание стало одним из крупнейших проектов второй половины 1950-х гг. и, наряду

⁵³ Водичев Е. Г. Стратегия развития науки и региональные проекции научно-технической политики СССР во второй половине XX в. // Советская культурная политика и практика её реализации в Сибирском регионе: очерки истории. Новосибирск, 2006. С. 91.

⁵⁴ Там же.

⁵⁵ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк. Новосибирск, 2007. С. 130.

⁵⁶ Постановление ЦК КПСС «О создании Сибирского отделения Академии наук СССР». Приложение к протоколу № 94 п. XLVI заседания Президиума ЦК КПСС от 15 мая 1957 г. // Сибирское отделение Российской академии наук: создание (1957-1961 годы): Сб. докум. Новосибирск, 2007. С. 63-65; см. также: Постановление Совета Министров СССР № 564 от 18.05.1957 «О создании Сибирского отделения Академии наук СССР» [Электронный ресурс]. URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/ussr_5199.htm (дата обращения 16.07.2012).

с акцентами на усиление фундаментальной науки и военно-стратегическим фактором, отражало логику «совнархозовской» реформы⁵⁷.

С первых дней существования СО АН СССР, по словам академика М. А. Лаврентьева, три принципа стали основными в его работе. Создатели и идейные вдохновители этого проекта академики М. А. Лаврентьев, С. Л. Соболев, С. А. Христианович полагали, что Сибирское отделение объединит территориально и организационно институты разных направлений фундаментальной науки и станет первым в СССР научным центром, обеспечивающим значительный рост потенциала не только региональной, но и всей отечественной науки в целом⁵⁸. В качестве второго принципа отмечалась возможность решения народохозяйственных проблем Сибири через отлаженную систему, включающую развитие новых научных идей и своевременную передачу новых разработок в практику и позволяющую тем самым максимально приблизить науку к производству⁵⁹. Третьим принципом, который можно было считать и первым, называлась кадровая политика, направленная на привлечение квалифицированных специалистов⁶⁰. Создавая новые институты, необходимо было опираться как на успешные научные коллективы и группы, так и на отдельных учёных, которые уже зарекомендовали себя в определённой области наук. Именно они должны были составить хребет новых институтов⁶¹.

Принцип комплексности (или мультидисциплинарности) научных центров соответствовал тенденциям развития мировой науки, т. к. способствовал

⁵⁷ Артемов Е. Т., Водичев Е. Г. Экспансия науки в Сибирь: политологический аспект // Актуальные проблемы истории советской Сибири. Новосибирск, 1990. С. 202-220; Он же. Как принимались решения в советской системе управления (случай создания Сибирского отделения АН СССР) // Уральский исторический вестник. 2011. № 3. С. 129-138; Водичев Е. Г. Путь на Восток: формирование и развитие ...; Он же. Формирование региональных структур управления наукой в условиях совнархозовских реформ (на примере Сибири) // Местное самоуправление и стратегия устойчивого развития крупного города: материалы междунар. науч.-практ. конф., 27- 29 янв. 2004 г. Новосибирск, 2004. С. 498-504.

⁵⁸ Лаврентьев М. А. Опыты жизни. 50 лет в науке // Век Лаврентьева. Новосибирск, 2000. С. 126-127.

⁵⁹ Там же.

⁶⁰ Там же.

⁶¹ Там же.

получению многих научных результатов при тесном сотрудничестве учёных смежных областей науки. Этот принцип связывается с переходом от исследований, инициированных преимущественно самими учёными, к проектам целевой ориентации, направленным на задачи, требующие междисциплинарных подходов и коллективных усилий.

Первое десятилетие в истории СО АН СССР оказалось этапом больших достижений. К 1970-м гг. научный центр зарекомендовал себя в мировом научном сообществе как научный комплекс с высокой репутацией. В своём выступлении на Общем собрании АН СССР, посвящённом десятой годовщине основания Отделения, президент АН СССР академик М. В. Келдыш подчёркивал уникальность опыта создания научного центра в Сибири. «...Это стало возможным потому, что его помогала строить вся страна... Создание этого центра стало одним из выдающихся дел страны... Сейчас мы имеем все основания сказать, что смелый опыт по созданию научного центра на востоке страны увенчался успехом... Сибирское отделение выросло в научный центр международного значения и получило широкое признание мировой научной общественности»⁶².

Стратегия развития регионального отделения Академии наук во второй половине 1970-х–1980-е гг. в целом оставалась неизменной⁶³. Однако постоянный контроль и давление со стороны партийно-административного аппарата власти, стремление добиться «отдачи» от научного центра в виде прикладных результатов – внедрения новейших достижений науки в промышленность, напротив, лишь затрудняли нормальную интеграцию науки и промышленности, тем самым ставя под сомнение роль научного комплекса Сибири как фактора развития экономики региона⁶⁴. Научная политика государства постоянно меняла вектор направления развития, расставляя новые акценты и приоритеты по основным направлениям

⁶² АРАН. Ф. 2. Оп. 7. Д. 160. Л. 6.

⁶³ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 229.

⁶⁴ Там же. С. 229-230; см. также: Артёмов Е. Т., Водичев Е. Г. Экспансия науки в Сибирь ... С. 202-220; О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций в ускорении использования в народном хозяйстве достижений науки и техники: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 760 от 24 сентября 1968 г. // Справочник партийного работника. М., 1969. Вып. 9. С. 257-283.

наук, не всегда учитывая возможности самого Отделения. Тем не менее, крупные научные проекты начала 1970-х гг. позволили СО АН СССР держаться в авангарде мировой науки. Фундаментальные результаты, полученные в институтах СО АН СССР, выводили отечественную науку на новый качественный уровень. В то же время, увеличение научного продукта, практическая отдача от исследований и разработок стали «квинтэссенцией» научной политики, проводимой в стране в 1970-е годы⁶⁵. Парадигма экономического мышления того периода требовала изменения системы взаимодействия науки и производства, научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) всё больше ориентировались на создание и внедрение целостных комплексов, включающих не только машины и механизмы, но и новые технологии. Согласно экономической политике в стране: «Практическое воплощение научных достижений было переведено на плановые рельсы, став основой стратегии управления научно-техническим прогрессом в стране на весь последующий период советской истории»⁶⁶. Работа в СО АН СССР в этом направлении была резко активизирована, определились приоритеты, планировалось, что их реализация будет способствовать ускорению темпов научно-технического прогресса⁶⁷.

В конце 1970-х гг. Сибирское отделение являлось развитой территориально распределённой системой комплексных научных центров, охватывавшей практически все главные субъекты Российской Федерации на территории Сибири. Часть региональных научных комплексов была дифференцированной по нескольким отраслям наук, включая естествознание, механико-математическое и гуманитарное направления, другая – монопрофильной. В эту систему входили три научных центра: Новосибирский, Томский, Красноярский, и три филиала: Восточно-Сибирский, Якутский, Бурятский⁶⁸.

⁶⁵ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 229.

⁶⁶ Там же; см. также: О мероприятиях по повышению эффективности ... С. 257-283.

⁶⁷ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 229.

⁶⁸ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 539. Региональная научно-техническая программа. 1994 г.

Филиалы, созданные в своё время Академией наук, приносили ощутимую пользу в деле научной инвентаризации региональных ресурсов. Кроме того, сформировалась мощная научно-экспериментальная база, включавшая как крупные исследовательские установки национального масштаба, так и разветвлённую сеть геосферных и биосферных станций, ведущих длительные системные наблюдения⁶⁹. В 1930–50-х гг. деятельностью филиалов руководил Совет по изучению производительных сил страны (СОПС). С «академическим» СОПСом связаны имена таких крупнейших учёных, как академики И. П. Бардин, В. С. Немчинов и другие. В те годы трудно было представить себе иную, чем филиалы, форму организации науки в отдалённых районах. Но со временем эта «форма» уже не могла отвечать растущим потребностям освоения восточных районов⁷⁰. Периферийные научные центры требовали всё большего внимания руководства Отделения, фокусирующегося на возможности перспективного развития каждого из них. Оптимизация территориального размещения научного потенциала регионов стала одним из главных приоритетов стратегии Сибирского отделения того периода⁷¹.

Во второй половине 1970-х гг. стратегии развития СО АН СССР также включала в себя интенсификацию научных исследований, которая реализовывалась по нескольким направлениям. Важной компонентой интенсификации выступало улучшение приборной базы научных учреждений, с помощью которой предполагалось повысить производительность и результативность труда исследователей. В Отделении был взят курс на создание новых уникальных технологий для научных исследований, а также современного научного оборудования, которые могли способствовать автоматизации исследовательского процесса и его новации⁷².

⁶⁹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 539. Региональная научно-техническая программа. 1994 г.

⁷⁰ Наука в Сибири – для Сибири: [Беседа с академиком А.А. Трофимуком] // Экономика и орг. пром. пр-ва. 1977. № 3. С. 31-44.

⁷¹ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 230.

⁷² Там же. С. 231-232.

В рамках этой стратегии в конце 1969 г. Президиум СО АН СССР принял программу развития научных учреждений на среднесрочную перспективу. Программа предусматривала укрепление действующих в составе Сибирского отделения научных учреждений. Кроме того, предполагалось продолжить формирование новых институтов на базе уже существующих⁷³. К концу 1970-х гг. Новосибирский научный центр (ННЦ) насчитывал 23 из 50 научно-исследовательских институтов (НИИ), входивших в состав СО АН СССР. Наиболее полномасштабные исследования велись в области теоретической и прикладной математики, механики, физических, химических и биологических наук, а также наук о Земле. Около 20 % сотрудников Новосибирского научного центра работали в институтах химического профиля, изучая проблемы каталитической химии, органических и неорганических соединений и кластеров, физической химии, кинетики и горения, теории процессов взрыва и др.⁷⁴.

Исследования в различных областях химических наук в 1970-е гг. относились к числу наиболее перспективных направлений фундаментальной науки, находясь на «переднем краю» укрепления связи науки с производством по внедрению конкретных разработок народно-хозяйственного значения. К этому же периоду относится начало работ в Сибирском отделении по изучению элементарных химических реакций с применением химической *радиоспектроскопии*⁷⁵. Однако основа этого значимого направления ещё в конце 1950-х гг. была заложена сотрудником Института химической кинетики и горения В. В. Воеводским⁷⁶ – основателем научной школы, «человеком... выдающимся, учёным блестящим... идеи которого живы и развиваются до сих пор...»; человеком, который «...изо дня

⁷³ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 231-232.

⁷⁴ Артёмов Е. Т. Формирование и развитие сети ... С. 146, 155-158.

⁷⁵ *Радиоспектроскопия* – раздел физики, в котором изучаются спектры поглощения различных веществ в диапазоне радиоволн (на частотах электромагнитного поля от 10^3 до $6 \cdot 10^{11}$ Гц) / по Таунс Ч., Шавлов А. Радиоспектроскопия, пер. с англ., М., 1959. 756 с.

⁷⁶ *Воеводский Владислав Владиславович (12(25).07.1917 – 20.02.1967) – советский физикохимик, создатель новой химической отрасли — магнитной спектроскопии, академик АН СССР с 1964 г.* Воеводский Владислав Владиславович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 54-55; АРАН. Ф. 411. Оп. 3. Д. 269; НАСО. Ф. 75. «Воеводский В. В. (1917-1967), физикохимик; академик АН СССР (1964)»

в день словно взрывался идеями»⁷⁷. В начале 1960-х гг. он руководил созданием первого в СССР и Европе спектрометра *электронного спинового эха*⁷⁸. Институционально эти работы начались и получили развитие в Новосибирском академгородке в ИХКиГ СО АН СССР⁷⁹.

Фундаментальные и прикладные научные исследования по химической физике и смежным наукам стали базовыми направлениями ИХКиГ, созданного в 1957 г.⁸⁰ В СССР основателем школы химической физики был нобелевский лауреат в области химии академик Н. Н. Семёнов⁸¹. Именно по его инициативе был образован новый институт физико-химического профиля, кадровую основу которого составили сотрудники из Института химической физики АН СССР (ИХФ, Москва), обеспечив тем самым преемственность научного направления.

Постановление Президиума Академии наук СССР в качестве основных направлений работы ИХКиГ определило исследования в области кинетики химических процессов и горения⁸². В последующие годы основные задачи научных исследований Института ещё не раз уточнялись⁸³. Первым директором ИХКиГ стал

⁷⁷ Нотман Р. К. Преемственность: Научные школы ... С. 117.

⁷⁸ *Электронное спиновое эхо* – явление повторного возникновения сигналов ядерной или электронной магнитной индукции / Физическая энциклопедия по материалам: Электронное спиновое эхо и его применение. Салихов К. М., Семёнов А. Г., Цветков Ю. Д. Новосибирск, 1976. [Электронный ресурс]. URL: http://femto.com.ua/articles/part_2/3819.html (дата обращения 30.04.2013).

⁷⁹ Институт химической кинетики и горения. Российская академия наук. Сибирское отделение. Новосибирск, 1999. С. 4-7; Куперштох Н. А. История Института химической кинетики и горения Сибирского отделения РАН // *Философия науки*. 2009. № 1. С. 168-180.

⁸⁰ АРАН. Ф. 2. Оп. 1. (1957). Д. 64. Постановление Президиума АН СССР № 469 от 21 июня 1957 г.; Постановление Президиума АН СССР № 520 от 28 июня 1957 г.; НАСО. Ф. 38. Оп. 1. (ИХКиГ СО АН СССР).

⁸¹ Дубовицкий Ф. И. Институт химической физики ... С. 3-17; Куперштох Н. А. Очерки о лидерах академической науки Сибири. Новосибирск, 2011. С. 95.

⁸² Институт химической кинетики и горения... С. 6.

⁸³ НАСО. Ф. 10. Оп. 3. Д. 703. Л. 277. Постановление Президиума СО АН СССР № 480 от 25.11.1969 г.; Ф. 10. Оп. 3. Постановление Президиума АН СССР № 822 от 29.10.1970 г.; Ф. 10. Оп. 11: Д. 677. Постановление Бюро отделения общей и технической химии № 79 от 02.11.1982 г.; Д. 1035. Постановление Бюро отделения общей и технической химии № 95 от 21.10.1986 г.; Ф. 12. Оп. 1: Д. 214. Решение Объединённого учёного совета по химическим наукам СО АН СССР от 23.02.1983 г.; Д. 229. Решение Объединённого учёного совета по химическим наукам СО АН СССР от 02.03.1987 г.

член-корреспондент АН СССР А. А. Ковальский⁸⁴. Вместе с ним у истоков создания института стоял выдающийся физикохимик В. В. Воеводский. Из воспоминаний академика Р. З. Сагдеева⁸⁵: «Я перевёлся в Новосибирск из Казанского университета в 1963 году... Когда учился уже на последнем курсе (в НГУ), услышал, что создаётся новая, на стыке наук, кафедра химической физики. А возглавил кафедру тогда ещё член-корреспондент Воеводский. Даже студенческие воспоминания о нём неплохо сохранились в памяти. Потом работал и стажёром. А всего полтора года был знаком с ВВ – так его называли все. Но полтора незабываемых года... Воеводский производил неизгладимое впечатление»⁸⁶.

Научные интересы В. В. Воеводского были чрезвычайно разнообразны – от механизма реакций в газовой фазе до проблем химии конденсированных систем, а в последние годы жизни (конец 1960-х гг.) и некоторых вопросов биологии. Учёный-физхимик обладал способностью «схватывать главную суть» работ даже в тех научных областях, в которых не являлся специалистом. Благодаря широкой эрудиции и научному опыту мог анализировать разнообразные исследования, идеи и теории, обобщая научное знание⁸⁷. Воеводский был способен «увидеть сквозь призму макроскопических закономерностей такую картину внутреннего мира химической реакции, которая затем подтверждалась на опыте и в конце концов окончательно утверждалась прямыми опытами»⁸⁸.

Творческое применение различных физических методов для изучения механизма химических процессов стало одной из заслуг В. В. Воеводского.

⁸⁴ Ковальский Александр Алексеевич (28.8(10.09).1906 – 31.03.1978) – советский химик, специалист, изучавший процессы аэрозолеобразования и горения, член-корреспондент АН СССР с 1958 г. // АРАН. Ф. 2. Оп. 1. (1957). Д. 64. Л. 103.

⁸⁵ Сагдеев Ренад Зиннурович (13.12.1941) – советский и российский химик, академик РАН с 1997 г. Сагдеев Ренад Зиннурович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 224-225.

⁸⁶ Нотман Р. К. Указ. соч. ... С. 118.

⁸⁷ Памяти В. В. Воеводского ... С. 181-182.

⁸⁸ Семенов Н. Н., Кондратьев В. Н., Эмануэль Н. М. Перспективные направления исследования элементарных химических процессов (Памяти академика Владислава Владиславовича Воеводского) // Воеводский В. В. Физика и химия элементарных химических процессов. М., 1969. С. 5-9.

Признавая первичность физики, он старался воспитывать соответствующее отношение к ней у своих учеников и коллег⁸⁹. Благодаря его инициативе и непосредственному участию физические методы – радиоспектроскопия, ЯМР и электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) – начали активно внедряться в исследования многих институтов Сибирского отделения и в первую очередь в ИХКиГ⁹⁰.

«Масштабность – это свойство присуще поистине крупным учёным. В. В. Воеводский видел свою задачу не только в том, чтобы развить интересующие его направления, а в максимальном распространении полученных результатов на смежные области науки»⁹¹. Это стоит отметить как одно из наиболее важных достижений научной школы, созданной академиком В. В. Воеводским, благодаря которому, она стала основным проводником идей химической физики и драйвером исследований в данной области в СО АН СССР.

Другой не менее важной особенностью его научной школы, а также научной школы химической физики в целом (от А. Ф. Иоффе и Н. Н. Семёнова до В. В. Воеводского, Ю. Н. Молина, Ю. Д. Цветкова и других) можно назвать развитую научную интуицию. Научная интуиция В. В. Воеводского казалась его природным даром, однако, по мнению многих, она была основана на глубоком знании предмета изучения не только в рамках химии или физики как отдельных наук, но и с точки зрения их взаимодействия, областей пересечения научных интересов. «ВВ чувствовал, что в химии должны играть особую роль слабые взаимодействия. Он говорил, что надо искать такие явления, в которых могут проявляться эти самые взаимодействия и заметно влиять на протекание химических реакций. Потом его предчувствие подтвердилось, когда родилась спиновая химия...»⁹². Это не единственный пример, когда идеи Воеводского, высказанные в виде догадок и гипотез, впоследствии получили подтверждения в

⁸⁹ Юдина Л., Лешина Т. Наследие академика Воеводского ... С. 1,6.

⁹⁰ НАСО. Ф. 10. Оп. 3. Д. 759 а. Л. 306; см. также: Юдина Л., Лешина Т. Указ. соч. ... С. 1,6.

⁹¹ Юдина Л., Лешина Т. Указ. соч. ... С. 1,6.

⁹² Нотман Р. К. Указ. соч. ... С. 122.

исследованиях его научной школы и обрели конкретное воплощение в ряде направлений современной физикохимии.

Научная идея, выдвинутая лидером научной школы и получившая развитие в исследовательской программе, имеет огромное значение для формирования научной школы. В первых работах В. В. Воеводского, посвящённых принципиальным вопросам теории разветвлённых цепных реакций, нельзя не отметить роль тех научных идей, преемником которых он был с момента работы в Институте химической физики АН СССР под началом академика Н. Н. Семёнова. «Механизмы окисления и горения водорода» – первая монография⁹³ Воеводского (совместно с А. Б. Налбандяном), которая вышла в 1949 г. Установив существенные детали механизма реакции окисления водорода, он оценил значение гетерогенных факторов и их роль для теории крекинга парафиновых углеводородов. Исследуя строение и свойства свободных радикалов, В. В. Воеводский открыл новый тип радикальных реакций – передача активного центра, с учётом которой построена первая количественная теория, описывающая термическое расщепление углеводородов. В результате ряда теоретических и практических обобщений появились новые, радикально-цепные представления о природе гетерогенно-каталитических процессов⁹⁴. Идея цепных представлений, развитых для химических превращений, будучи приложенной к ядерным реакциям, указала принципиальный путь для использования атомной энергии, включая в том числе её мирные приложения. Таким образом, цепная теория, подготовив почву для использования атомной энергии, приобрела важнейшее практическое значение.

После защиты докторской диссертации в 1954 г. на тему «Свободные радикалы в цепных газовых реакциях»⁹⁵ учёный заинтересовался слабо разработанной в СССР отраслью – радиоскопическими и магнитно-резонансными методами в приложении к химии. Уже в этот период Воеводского можно назвать

⁹³ Налбандян А. Б. Воеводский В. В. Механизм окисления и горения водорода. // Акад. наук СССР, Ин-т хим. физики. М.; Л., 1949. 180 с.

⁹⁴ Кондратьев В. Н. Учёный, педагог, организатор ... С. 2.

⁹⁵ АРАН. Ф. 1625. Оп. 1. Д. 4. Л. 1-291. Защита диссертации «Свободные радикалы в цепных газовых реакциях» 29.12.1954 г. в Институте химической физике (Москва).

интеллектуальным лидером, выдвинувшим научную идею в качестве парадигмы, а предложенный им метод – способом решения множества научных проблем на стыке двух наук: химии и физики⁹⁶.

В. В. Воеводский одним из первых понял и оценил возможности метода ЭПР⁹⁷ в исследовании свободных радикалов. С 1956 г. работы учёного в исследовании структуры и свойств свободных радикалов заложили фундамент советской школы радиоспектроскопии. Успешное внедрение метода ЭПР в практику химических исследований началось в середине 1950-х гг. и продолжается до сих пор.

Эти перспективные направления исследований получили новый импульс развития с образованием СО АН СССР. Уже в 1959 г. группа физиков и химиков-экспериментаторов, радиоинженеров и теоретиков ИХКиГ, составляющая ядро лаборатории Механизмов цепных и радикальных реакций (МЦиРР), руководимой В. В. Воеводским⁹⁸, создала установку по измерению спектров электронного парамагнитного резонанса – ЭПР-2. Создание ЭПР-спектрометра специально для химических исследований привело к разработке теории ЭПР, позволяющей извлекать из спектров максимально возможную информацию о строении, реакционной способности и других свойствах свободных радикалов, и начать систематические исследования этих промежуточных продуктов в самых разнообразных сложных реакциях⁹⁹. Исследования по изучению механизма образования радикалов в ионизирующем излучении и УФ-свете, изучение слабых

⁹⁶ АРАН. Ф. 411. Оп. 3. Д. 269; НАСО. Ф. 75. «Воеводский В. В. (1917-1967), физикохимик; академик АН СССР (1964)».

⁹⁷ *Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)* – резонансное поглощение (излучение) электромагнитных волн радиочастотного диапазона (10^9 - 10^{12} Гц) парамагнетиками, парамагнетизм которых обусловлен электронами. ЭПР – частный случай парамагнитного резонанса и более общего явления - магнитного резонанса. Лежит в основе радиоспектроскопических методов исследования вещества. Имеет синоним - электронный спиновый резонанс (ЭСР), подчёркивающий важную роль в явлении спинов электронов / по Альтшулер С. А., Козырев Б. М. *Электронный парамагнитный резонанс*. М., 1961. 368 с.

⁹⁸ Институт химической кинетики и горения: хроника. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum/chron59.html> (дата обращения 07.10.2015); см. также: НАСО. Ф.38. Оп. 1. Д. 3, 4.

⁹⁹ Воеводский В. В., Солодовников С. П., Чибрикин В. М. Исследование спектров электронного парамагнитного резонанса ... С. 1082-1084.

межмолекулярных взаимодействий и их влияния на элементарные стадии сложных химических реакций в конденсированной фазе получили широкое признание в мировой науке: в 1958 г. руководителя школы химической радиоспектроскопии В. В. Воеводского избрали членом Американского института горения (США). В 1968 г. учёного (посмертно) номинировали на Государственную премию СССР за работы в области физики и химии элементарных химических процессов¹⁰⁰.

В. В. Воеводский провёл большую работу по развитию теории применения метода ЭПР в решении задач современной химии. Широко известна одна из его наиболее важных и обобщающих работ – монография «Применение электронного парамагнитного резонанса в химии»¹⁰¹, написанная совместно с Л. А. Блюменфельдом¹⁰² и А. Г. Семёновым¹⁰³. Атлас спектров электронного парамагнитного резонанса¹⁰⁴ в его редакции открывает возможность расшифровки спектров ЭПР сложных парамагнитных частиц и является актуальным для современной химии. В. В. Воеводского считают одним из создателей новой области науки – химической магнитно-резонансной спектроскопии¹⁰⁵. Академик Р. З. Сагдеев так вспоминает «...традиции Воеводского собирать сотрудников института как аспирантов и студентов, так и ведущих учёных на «большие сидения». В течение нескольких дней мы обсуждали текущее состояние науки и фантазировали. При этом все участники этих сидений должны были высказываться честно и откровенно, как любил говорить Воеводский — «по гамбургскому счёту».

¹⁰⁰ Воеводский Владислав Владиславович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 55; Куперштох Н. А. История Института химической кинетики и горения ... С. 171.

¹⁰¹ Блюменфельд Л. А. Воеводский В. В., Семенов А. Г. Применение электронного парамагнитного резонанса в химии. Новосибирск, 1962. 240 с.

¹⁰² *Блюменфельд Лев Александрович (23.11.21 – 3.09.2002) – российский советский физик, основатель крупнейшей биофизической школы.* [Электронный ресурс]. URL: http://www.kinetics.nsc.ru/voevod_prize/blum.html (дата обращения 23.02.2015).

¹⁰³ Кондратьев В. Н. Профессор В. В. Воеводский: [Предисловие к книге] // Свободнорадикальные состояния в химии: Междунар. сб. памяти академика В. В. Воеводского. Новосибирск, 1972. С. 7-9.

¹⁰⁴ Атлас спектров электронного парамагнитного резонанса. М., 1962. Вып.1: Теоретически рассчитанные многокомпонентные симметричные спектры / сост. Лебедев Я. С., Черникова Д. М., Тихомирова Н. Н.; отв. ред. Лебедев Я. С., Воеводский В. В. 230 с.

¹⁰⁵ Воеводский Владислав Владиславович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 54-55; Кондратьев В. Н. Учёный, педагог, организатор ... С. 2.

Кстати именно на этих сидениях был сформирован вектор нашей работы, выбрано направление в исследованиях»¹⁰⁶. Благодаря такому общению происходила передача исторической эстафеты развития научного знания от крупного учёного – лидера школы его ученикам и коллегам, а в некоторых случаях и оппонентам.

Эти исследования явились опорными точками, позволившими увидеть логику развития проблемы от процессов горения водородных смесей к началу водородной энергетики и многому другому. «ВВ удалось детально вскрыть механизмы этих реакций и сделать очень многое для понимания того, почему все происходит так, а не иначе. Он дал многие ответы на вопросы, как управлять различными процессами»¹⁰⁷. Химическая кинетика – наука фундаментальная, суть которой в том, чтобы познать процесс и научиться им управлять. Она ориентирована прежде всего на получение знания для многих практических приложений. Сформированная В. В. Воеводским научная школа в области физико-химии и в настоящее время занимает передовые позиции в мировой науке.

В 1960-е гг. научные интересы академика Воеводского были направлены на парамагнитный резонанс. Успехи, достигнутые в работах его школы в радиационной химии при изучении механизма действия излучения на вещество, в значительной степени обусловлены применением метода ЭПР для исследования радикалов, образующихся при облучении. Пионерская работа, связанная с измерением концентрации атомов водорода в разреженном водородном пламени методом ЭПР, начатая в лаборатории В. В. Воеводского в ИХФ АН СССР, а затем продолженная в ИХКиГ, привела к широкому распространению и применению этого метода в отечественной химии и за рубежом. В Институте химической физики АН СССР метод ЭПР использовался для измерения концентрации атомов и свободных радикалов в окислительных реакциях ряда веществ, за рубежом при помощи этого метода измерялась концентрация атомов и радикалов в химических газовых реакциях. Некоторые его ученики до сих пор успешно применяют этот

¹⁰⁶ Магнетизм академика Сагдеева ... С. 22-23.

¹⁰⁷ Нотман Р. К. Преемственность: Научные школы ... С. 123-124.

метод, развивая и совершенствуя научные исследования¹⁰⁸ (например, академик Ю. Д. Цветков¹⁰⁹).

Для изучения радикалов с помощью парамагнитного резонанса, о чём уже упоминалось выше, под влиянием В. В. Воеводского был выполнен ряд работ, ставших основополагающими для химической физики. Первая из них – исследование научного сотрудника института, кандидата наук Ю. Н. Молина¹¹⁰, которому удалось обнаружить радикалы под воздействием пучка быстрых электронов. Вторая работа была представлена выпускником Ленинградского политехнического института, сотрудником ИХКиГ кандидатом химических наук В. Н. Панфиловым¹¹¹, обнаружившим радикалы и атомы водорода в процессах горения. По этой тематике в ИХКиГ в Новосибирске, в институтах химического профиля в Москве (ИХФ) и Ереване (Химический институт Армении и др.) проводилось множество исследований, которые буквально «захватили» на некоторое время химическую кинетику. В этом небольшом разделе науки, призванном решать вопросы скоростей химических превращений и изучать закономерности этих процессов, были получены фундаментальные результаты, использование которых стало инновационным решением проблем во многих прикладных отраслях.

Наряду с научными исследованиями, Воеводский как заместитель директора Института и учёный-руководитель научной школы большое внимание уделял подготовке научных кадров. Преподавательской деятельностью он начал заниматься в Московском государственном университете на кафедре химической кинетики, возглавляемой Н. Н. Семёновым, с 1953 г. в Московском физико-

¹⁰⁸ Семёнов Н. Н. и др. Перспективные направления исследования элементарных химических процессов ... С. 5-9.

¹⁰⁹ Цветков Юрий Дмитриевич (23.05.1933) – специалист в области химической физики, радиационной и фотохимии, химической радиоспектроскопии, академик РАН с 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=id-1185.ln-ru.dl-pr-inf.uk-12 (дата обращения 17.04.2015).

¹¹⁰ Молин Юрий Николаевич (3.02.1934) – российский физикохимик, академик АН СССР с 1981 г., директор ИХКиГ СО АН СССР с 1971 г. Молин Юрий Николаевич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 176-177.

¹¹¹ Панфилов В. Н. – доктор химических наук с 1980 г., профессор физической химии. Институт химической кинетики и горения: хроника...

техническом институте (декан физико-химического факультета). С 1961 г. В. В. Воеводский возглавил Факультет естественных наук (ФЕН) Новосибирского государственного университета (НГУ), где подготовил плеяду молодых учёных, ставших впоследствии ядром его московской и новосибирской лабораторий¹¹². Как организатор и первый декан ФЕН НГУ академик В. В. Воеводский уделял особое внимание подготовке квалифицированных специалистов-физхимиков. Он был инициатором создания новых кафедр на факультете, в том числе кафедры физической химии (1961 г.), которой он руководил вплоть до 1967 г. Всё возрастающая актуальность междисциплинарных исследований, проводимых в СО АН СССР, потребность в фундаментальной физико-химической подготовке студентов и дальнейшая их специализация послужили мотивом для корректировки учебных планов химического отделения. С 1962–63 уч. г. студентам-химикам четвёртого года обучения начали читать лекционные курсы физической химии (доцент Д. Г. Кнорре¹¹³), квантовой химии (доцент Г. М. Жидомиров¹¹⁴), а также химической кинетики (академик В. В. Воеводский)¹¹⁵.

Февральское постановление¹¹⁶ ЦК КПСС и Совета Министров СССР (1964 г.) рекомендовало расширить подготовку специалистов высшей квалификации

¹¹² Академия наук СССР. Сибирское отделение. Персональный состав. 1957-1982 гг. Новосибирск, 1982. С. 54-55; ГАНО. Ф. Р-1848. Оп. 1. Д. 1-40.

¹¹³ *Кнорре Дмитрий Георгиевич (28.07.1926) – советский и российский учёный в области химической кинетики, молекулярной биологии и биоорганической химии, академик СО АН СССР с 1981 г.* Кнорре Дмитрий Георгиевич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 110-111.

¹¹⁴ *Жидомиров Георгий Михайлович (11.07.1933) – учёный в области прикладной квантовой химии, теоретической спектроскопии и теории гетерогенного и металлокомплексного катализ, доктор физико-математических наук с 1977 г., сотрудник Института катализа (ИК) СО АН СССР.* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/lab/chemkin/people/zhidomirov.html> (дата обращения 3.04.2015).

¹¹⁵ Савелова О. А. Организация подготовки специалистов-физхимиков в высшей школе на примере деятельности Новосибирского государственного университета во второй половине XX в. // Вестн. Том. гос. ун-та. 2016. № 410. С. 123–130; см. также: Наука. Академгородок. Университет: Воспоминания ... ; Материалы ФЕН НГУ. История создания и развития. (Юбилейная книга ФЕН, к 25-летию). Новосибирск, 1984. 74 с.

¹¹⁶ «О дальнейшем развитии научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях». Постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР № 163 от 20 февраля 1964 г. // Собрание постановлений Правительства СССР, 1964 г. № 3. С. 15.

(кандидаты и доктора наук) в том числе в таких отраслях науки как ядерная физика, химия, математика и других, связанных с развитием новых технологий и технических средств производства. НГУ стал одним из базовых вузов, формирующих кадровый научный потенциал соответствующих профилей. В этой связи в 1964 г. в программу кафедры физической химии был включен курс лекций доцента Ю. Н. Молина «Физические методы исследования вещества». Большой практикум по ЭПР, ЯМР, УФ, ИК¹¹⁷, эмиссионной и рентгеновской масс-спектрологии, газовой и жидкостной хроматографии сопровождал лекционный курс и служил практическим приложением в деле подготовки кадров соответствующей квалификации. Необходимо отметить значительный вклад сотрудников Сибирского отделения в организацию лабораторных занятий, которые в большинстве случаев проходили на базе институтов ННЦ¹¹⁸.

В. В. Воеводский инициировал фундаментальную физико-математическую подготовку будущих специалистов, считая, что первые два года студенты должны усиленно осваивать базовый курс физики и математики, чтобы поднять теоретические знания по всем естественно-научным дисциплинам, включая химические, на университетский уровень. Курс состоял из традиционных для классического университета форм: лекций, семинаров, лабораторных работ. Однако отметим важный нюанс – большое значение придавалось самостоятельной работе студентов, уделялось внимание процессу её организации. «Объём получаемой информации был огромен, и чтобы переработать её от студентов требовалась высокая самоорганизация. Физико-химические курсы читались на высоком уровне с привлечением сложного математического аппарата, а также последних достижений науки»¹¹⁹.

¹¹⁷ *УФ – ультрафиолетовая и ИК – инфракрасная спектроскопии.*

¹¹⁸ Савелова О. А. Указ. соч. С. 125-126; см. также: Новосибирский университет: Опыт интеграции образования и науки. Новосибирск, 1991. 172 с.; Лисс Л. Ф. Было это так. (К 50-летию НГУ) // Вестник НГУ: науч. журн. Сер.: История, филология. Новосибирск. 2009. Т. 8. Вып. 1. С. 225-236.

¹¹⁹ Савелова О. А. Указ. соч. С. 125-126; см. также: Новосибирский университет: Опыт интеграции ; Лисс Л. Ф. Указ. соч. С. 225–236; Материалы ФЕН НГУ. История создания ... С. 51-52.

Воеводский-учитель воспитывал учеников «своим отношением к науке, к жизни, своими поступками»¹²⁰. Ценил содружество учёных и «глубоко понял – делать науку в такой сложной области, как химическая физика, можно только в том случае, если создать коллектив из трёх частей: экспериментаторов, теоретиков и прибористов»¹²¹. Воеводский продуманно подбирал нужных специалистов в свою команду. В их число входил профессор А. Г. Семёнов¹²². В конце 1960-х гг. его лаборатория первая в России разработала импульсный спектрометр ЭПР¹²³, выпускавшийся серийно. Тогда же в ИХКиГ была создана мощная теоретическая группа, которую возглавил доктор физико-математических наук А. И. Бурштейн. Необходимо отметить, что именно В. В. Воеводский стал инициатором развития конструкторских работ в области научного приборостроения в Сибирском отделении, подчёркивая, что каждый институт должен иметь «выход на серьёзную конструкторскую и опытно-производственную базу»¹²⁴. В этой связи он также полагал, что необходимо расширять и укреплять материально-техническую базу образовательных учреждений, оснащать лаборатории университетов и технических вузов электроникой и современным научно-исследовательским оборудованием. Однако на практике реализовать эту задачу быстро и эффективно удавалось не всегда. Организация в НГУ большого современного физико-химического практикума требовала значительных финансовых вложений. Своевременное решение Президиума СО АН СССР об оказании материально-технической помощи лабораториям и кафедрам ФЕН, позволило Институту химической кинетики и горения в короткие сроки (1962–63 уч. г.) оснастить современным оборудованием лабораторный практикум по физической химии.

¹²⁰ Юдина Л., Лешина Т. Наследие академика Воеводского ... С. 1-6.

¹²¹ Нотман Р. К. Преемственность: Научные школы ... С. 125.

¹²² Семёнов Анатолий Григорьевич (1924 – 1990) – занимался разработкой и созданием электронной аппаратуры для магнитного резонанса, доктор технических наук, зав. лаб. физических методов в химической кинетике ИХКиГ СО АН СССР // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum/Semenov/Semenov.html> (дата обращения 24.01.2017).

¹²³ Импульсный спектрометр электронного парамагнитного резонанса. Заявка № 2418456 от 12.10.1976, патент № 693230 // [Электронный ресурс]. URL: <http://patents.su/3-693230-impulsnyjj-spektrometr-ehlektronnogo-paramagnitnogo-rezonansa.html#addit> (дата обращения 24.01.2015).

¹²⁴ Юдина Л., Лешина Т. Указ. соч. С. 1-6.

В. В. Воеводский руководил обеспечением двух кафедр: физической и неорганической химии. Благодаря этому в сентябре 1962 г. студенты 4 курса ФЕН получили возможность заниматься в первых открывшихся лабораториях НГУ, а также в лабораториях институтов¹²⁵.

«Установка на кооперацию (в большом и в малом) – тоже один из важнейших принципов школы академика Воеводского. Его ученики и сейчас считают, что самые интересные результаты получаются на стыке наук (и приводят в пример открытие магнитных эффектов!)»¹²⁶. Учёный не уставал повторять, «что все мы делаем одно общее дело (знаменитая воронка Воеводского: все, двигаясь с разных сторон и направлений, приходят к единой цели и попадают в эту самую воронку)»¹²⁷. Именно по его инициативе ИХКиГ начал совместные работы с научно-исследовательскими институтами: Институтом неорганической химии (ИНХ) и Новосибирским институтом органической химии (НИОХ) и другими учреждениями Сибирского отделения и АН СССР. Эта сеть научного сотрудничества, основанного на междисциплинарном взаимодействии, постоянно разветвлялась, включая научные учреждения с их собственными новыми подходами и методами научных исследований, внося свой вклад в «копилку» современного естествознания.

Принцип междисциплинарности был подхвачен и реализован в кадровой подготовке студентов-химиков, став основой образовательной политики академика Д. Г. Кнорре, приемника В. В. Воеводского на посту декана ФЕН в 1967–83 гг. Он был инициатором кардинальной перестройки учебных планов и программ по химии, вызванной развитием науки и её направлений, использующих новые методы исследования (ЯМР, ЭПР и др.). Это в свою очередь требовало новых форм преподавания фундаментальных естественно-научных дисциплин. Образование студентов-физхимиков разделили на два этапа. Первый этап состоял из вводного курса по базовым химическим дисциплинам, начинался с физической химии и

¹²⁵ Савелова О. А. Организация подготовки специалистов-физхимиков ... С. 125.

¹²⁶ Юдина Л., Лешина Т. Указ. соч. С. 1-6.

¹²⁷ Там же.

продолжался два года. С 1971 г. он был обязательным для химиков, биохимиков и биологов. Благодаря усиленной подготовке по неорганической и органической химии биологам и химикам становились доступны междисциплинарные направления на стыке двух наук: бионеорганическая и биоорганическая химии, биокатализ и др. Кафедра физхимии активно участвовала в корректировке соответствующих учебных программ и реорганизации самого процесса преподавания курса. Интегрированное обучение позволяло расширить кругозор студентов, открывая для них в перспективе новые возможности¹²⁸.

Помимо общеобразовательной функции кафедра физхимии обеспечивала специализацию по нескольким направлениям: биохимия и химическая кинетика (с 1962 г.), катализ (1965–66 уч. г.), химия твердого тела (1971 г.). В 1980-х гг. часть из них превратилась в специализирующие кафедры. В результате с конца 1980-х гг. кафедра физической химии выпускала специалистов по химической кинетике, основанной ещё В. В. Воеводским. Программы были направлены на изучение радиационных и фотохимических процессов в твёрдой, жидкой и газовой фазах, механизмов каталитических реакций. Студенты занимались исследованием химических превращений, вызванных действием лазерного излучения, использовали ЭПР и ЯМР- спектрометрию в комбинации с другими методами. Для обработки полученной информации и интерпретации данных применяли ЭВМ. ИХКиГ оказывал посильную всестороннюю поддержку кафедре физической химии как базовый институт по соответствующей специальности¹²⁹.

В. В. Воеводский активно занимался не только научной и преподавательской деятельностью, он также проводил большую организаторскую работу как член Президиума Сибирского отделения АН СССР. «Он был председателем Учёного совета по научному приборостроению СО АН СССР, заместителем председателя Объединённого учёного совета по химическим наукам СО АН СССР, главным редактором журнала «Структурная химия», председателем Учёного совета по физико-химическим методам исследования и приборам для них при ООТХ

¹²⁸ Савелова О. А. Указ. соч. С. 126.

¹²⁹ Там же.

АН СССР и председателем секции под тем же названием в Учёном совете по научному приборостроению при Государственном комитете Совета Министров СССР по науке и технике»¹³⁰.

Необходимо отметить, что для подлинно продуктивных научных школ характерно постоянное чувство нового и поиск дальнейших путей развития исследований. Иногда происходят сильные отклонения от основной тематики научных исследований и во многих случаях в научных коллективах такие отклонения не приветствуются. Тем не менее, в химической физике это едва ли не норма и общепринятый стиль работы. Воеводский всегда обсуждал со своими учениками и коллегами перспективы дальнейшей работы. Уже в начале 1960-х гг. он предполагал, что следующим направлением исследований на уровне элементарных химических реакций должна стать биология и смежные науки. В Институте целенаправленно проводились семинары по биохимии и биофизике, на которых биологи делились своими знаниями с химико-физиками, а те в свою очередь обучали биологов физическим методам применительно к биологии. Главные постулаты, с первых дней провозглашаемые Воеводским, заключались в стремлении к лидерству, работе на стыке наук, обязательной кооперации. Они заложили основу развития новых направлений в Институте химической кинетики и горения, таких как: радиационная химия, магнитно-спиновые эффекты, физика и химия аэрозолей, лазерная фотохимия и биофизика, которые и сегодня в нём широко представлены как современные отрасли химических знаний.

Ранее отмечалось, что научная школа – это определенный стиль: «Стиль учителя передаётся его ученикам, определяет способ межличностного общения, мотивацию научной деятельности её членов»¹³¹. Две главные черты стиля при Воеводском: свобода научного поиска и демократичность. Представляется, что во многом они обеспечили продуктивность его научной школы.

¹³⁰ Памяти В. В. Воеводского ... С. 181-182.

¹³¹ Кемеров В. Философская энциклопедия, «Панпринт», 1998 г., [Электронный ресурс]. URL: <http://www.term.ru/dictionary/183/word/nauchnaja-shkola> (дата обращения 23.09.2011).

Эстафету физико-химических исследований школы В. В. Воеводского подхватили его ученики и коллеги: Ю. Н. Молин, Ю. Д. Цветков, Р. З. Сагдеев, К. М. Салихов. Работы доктора химических наук Ю. Д. Цветкова заняли значимое место в современной импульсной радиоспектроскопии. Результаты этих исследований обогатили науку новыми реализациями и нашли применение в химии, биологии и смежных дисциплинах. Исследования ИХКиГ в области импульсной спектроскопии ЭПР, развиваясь параллельно с исследованиями в США, заложили основу подобных работ по всему миру. В химических приложениях в ИХКиГ данные исследования были выполнены под руководством Ю. Д. Цветкова при активной поддержке В. В. Воеводского. Воеводский «заразил» идеями слабого взаимодействия, достаточно туманными вначале, будущих академиков, тогда научных сотрудников Института Ю. Н. Молина, Р. З. Сагдеева, К. М. Салихова.

Эти направления исследований возникли в результате экспериментов, выполнявшихся ещё в Москве. «Искали» на уровне интуиции, не более того. Следовал по этой интуиции и российский физикохимик, доктор химических наук К. И. Замараев¹³², ещё один ученик Воеводского, который выбрал свой путь, работая над исследованиями спинового обмена. Будущие академики Молин и Сагдеев, начав изучение слабых взаимодействий в свободных радикалах, хотели понять, играют ли они какую-то роль в химических реакциях, в процессах переноса спина и заряда. С этой целью группой Ю. Н. Молина (с 1967 г. Лаборатория механизма цепных и радикальных реакций) «были отработаны и реализованы оригинальные подходы изучения распределения спиновой плотности по контактными сдвигам в спектрах ЯМР и изучена роль этой делокализации в процессах электронного спинового обмена»¹³³. Работы легли в основу докторской

¹³² *Замараев Кирилл Ильич (20.05.1939 – 26.06.1996) – физикохимик, академик СО АН СССР с 1987 г.* Замараев Кирилл Ильич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 96-97.

¹³³ Молин Ю. Н. Магнитные и спиновые эффекты в реакциях ион-радикальных пар: спиновая когерентность, механизмы превращений, новые методы исследования. / Статья о научной школе; рук-ль НШ – Молин Ю. Н. Новосибирск, 2004. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum/molinsc.html> (дата обращения 19.11.2016).

диссертации Ю. Н. Молина, защита которой в 1971 г. прошла в ИХКиГ. В рамках этого же направления осенью 1968 г. научный сотрудник института Р. З. Сагдеев принял участие в работе Всесоюзной школы по ЯМР высокого разрешения, которая проходила в Севастополе. С этого времени ЯМР-исследования в Институте химической кинетики и горения получили планомерное развитие на несколько десятилетий вперёд, безусловно подтвердив «интуитивное предвидение» В. В. Воеводского. Таким образом из интуитивных идей академиков, учёных-химиков выросла новая область науки – *спиновая химия*¹³⁴.

Значительный вклад в спиновую химию внес академик А. Л. Бучаченко¹³⁵ (Москва), а также директор Казанского физико-технического института им. Е. К. Завойского академик К. М. Салихов¹³⁶, который был в ту пору сотрудником ИХКиГ и разрабатывал теорию спинового обмена. Результаты цикла работ по этой тематике изложены во множестве публикаций, в качестве примера приведем две наиболее значимые из них: «Спиновый обмен: Теория и физико-химические приложения»¹³⁷ и единственная обобщающая монография в этой области до настоящего времени «Спиновый обмен. Принципы и применения в химии и биологии»¹³⁸.

Спиновая химия оказалась не только новым научным направлением, но и получила интересные приложения в разных областях наук, о которых более

¹³⁴ *Спиновая химия* – область науки, в которой исследуются законы поведения магнитных моментов электронов и ядер в химических реакциях, в которых реакционная способность зависит от электрон-ядерных взаимодействий партнеров // К. М. Салихов. 10 лекций по спиновой химии. // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001, № 4 [Электронный ресурс]. URL: http://chem.kstu.ru/butlerov_comm/vol1/cd-a1/data/jchem&cs/russian/n4/app14/chph1/1.htm (дата обращения 10.04.2014).

¹³⁵ *Бучаченко Анатолий Леонидович (7.09.1935) – советский и российский физикохимик, академик АН СССР / РАН с 1992 г.* [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-134.ln-ru.dl-.pr-inf.uk-12 (дата обращения 5.06.2016).

¹³⁶ *Салихов Кев Минуллинович (3.11.1936) – специалист в области изучения динамики спиновых систем в парамагнетиках, томографии, нанолитографии, академик РАН с 2011 г.* [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-384.ln-ru.dl-.pr-inf.uk-12 (дата обращения 5.06.2016).

¹³⁷ Замараев К. И., Молин Ю. Н., Салихов К. М. Спиновый обмен: теория и физико-химические приложения. Новосибирск, 1977. 320 с.

¹³⁸ Салихов К. М. Спиновый обмен. Принципы и применения в химии и биологии. Новосибирск. 1977.

подробно будет говориться во второй главе настоящего исследования. Нанохимия – ещё одно направление, вытекающее из идей Воеводского, начинает развиваться в настоящее время. «Теперь это мощный рычаг для развития как науки, так и практики. Это самоорганизация, слабые комплексы и многое другое. Во времена ВВ эти направления даже не звучали. В то же время ВВ постоянно казалось, что не одна молекула взаимодействует с другой, а конгломерат, комплексы. В наше время комплексы «заиграли». И не только в химии, но и в материаловедении, электронике и в других отраслях»¹³⁹.

Дальнейшие исследования в этой области спиновой химии продвигались в направлении изучения магнитных взаимодействий в парамагнитных частицах – свободных радикалах и комплексах. В 1970-х гг. были открыты новые явления: влияние магнитных полей на радикальные химические реакции и магнитный изотопный эффект. Это позволило изменить фундаментальные основы современной химии, показав, что в ряде случаев *спиновые эффекты (влияние электронных и ядерных спинов)* играют важную роль в химических процессах.

«Отцом-основателем» спиновой химии считают академика Ю. Н. Молина¹⁴⁰. Как упоминалось выше, Молин был инициатором и непосредственным руководителем первых работ в изучении влияния магнитного поля на скорости радикальных реакций в растворах. Формулировка основных механизмов такого влияния и их экспериментальное подтверждение стали предметом Открытия № 300 «Новая закономерность радикальных реакций в растворах», авторами которого признаны А. Л. Бучаченко, Э. М. Галимов, Т. В. Лёшина, Ю. Н. Молин, Р. З. Сагдеев¹⁴¹. Руководствуясь принципами спиновой химии, учёные предложили

¹³⁹ Нотман Р. К. Преемственность: Научные школы ... С. 130.

¹⁴⁰ Цветков Ю. Один из первых // Наука в Сибири. 1994. № 5-6. С. 2; Международное признание заслуг ученого // Наука в Сибири. 1998. № 45-46. С. 1; К юбилею академика Ю. Н. Молина // Журн. структурной химии. 2004. Т. 45. № 2. С. 379; Премия им. академика В. В. Воеводского — академику Ю. Н. Молину // Наука в Сибири. 2010 г. № 7. С. 2; Асеев А. Л. Академику Ю. Н. Молину – 80 лет / Асеев А. Л., Бухтияров В. И., Пармон В. Н. // Наука в Сибири. 2014. № 6. С. 2; и др.

¹⁴¹ Научные открытия России. Государственный реестр открытий СССР. Научное открытие «Закономерность радикальных химических реакций» Авторы: А. Л. Бучаченко, Э. М. Галимов, Т. В. Лёшина, Ю. Н. Молин, Р. З. Сагдеев. Номер открытия и дата приоритета: № 300 с приоритетом по двум датам – от 25 октября 1972 г. в части обнаружения зависимости

новый метод оптического детектирования для регистрации короткоживущих парамагнитных частиц в растворах. На этом принципе был создан спектрометр ЭПР, обладающий рекордной чувствительностью. Метод оптического детектирования свободных и ион-радикалов оказался одним из наиболее востребованных методов и был включен в арсенал ведущих лабораторий мира. Результаты работы были опубликованы в монографии «Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях»¹⁴², ставшей практическим руководством к исследованиям на ближайшие десятилетия.

Школа Ю. Н. Молина создала целый ряд перспективных научных направлений, которые успешно развиваются в России и за рубежом. Формирование этих направлений было обусловлено двумя обстоятельствами: бурным развитием с конца 1950-х гг. методов химической радиоспектроскопии (ЯМР и ЭПР) и их приложений при изучении активных химических частиц, а также гипотезы, высказанной В. В. Воеводским ещё в начале 1960-х гг., о вероятной роли слабых взаимодействий в химических реакциях, когда энергия, не превышает тепловую энергию молекул. Много, сделанное учениками Молина, связано со словом «впервые». Ю. Н. Молин – автор первого в мире ЭПР-спектрометра, созданного для наблюдения спектров свободных радикалов, облучаемых пучком электронов. Установки, подобные этой, до сих пор используются для изучения первичных процессов радиолиза. С их помощью многие отечественные и зарубежные лаборатории получили возможность исследовать связи между строением вещества и его радиационной устойчивостью¹⁴³. Его ученики и коллеги по институту первыми в мире сформулировали условия, при которых скорость реакций

скорости взаимодействия радикалов от магнитных моментов ядер и 17 декабря 1975 г. в части обнаружения перераспределения изотопов в продуктах реакций. Заявка: № ОТ-10003 от 15 февраля 1979 г. Дата регистрации: 11 марта 1985 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://ross-nauka.narod.ru/05/05-300.html> (дата обращения 04.08.2013); см. также: Открытия СО АН СССР. 1957-1991 гг. Диплом № 300 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.prometeus.nsc.ru/patent/invent/d-300.ssi> (дата обращения 04.08.2013).

¹⁴² Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях / Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М./ под ред. Молина Ю. Н. Новосибирск: Наука, 1978. 296 с.

¹⁴³ Цветков Ю. Указ. соч. С. 2.

свободных радикалов с молекулами в газе управляется инфракрасными лазерами, и характеристики этого управления. С тех пор ИК-лазерная фотохимия – отрасль науки, которая активно развивается и находит новые практические применения.

Удалось убедительно продемонстрировать роль слабых взаимодействий в химических реакциях с помощью явлений, обнаруженных в конце 1960-х – начале 1970-х гг.: химическая поляризация ядер (ХПЯ) и электронов (ХПЭ) и влияние магнитных полей на реакции с участием радикальных пар – высокоактивных короткоживущих соединений. Магнитное поле оказывает управляющее воздействие на направление таких реакций, даже если энергия магнитного взаимодействия значительно меньше энергии самой реакции. Исследования Ю. Н. Молина и его сотрудников в 1970–1980-х гг. были в основном сосредоточены на этом новом направлении, получившем название «спиновая химия»¹⁴⁴. В 1986 г. коллективу учёных ИХКиГ Ю. Н. Молину, Р. З. Сагдееву, К. М. Салихову (совместно с А. Л. Бучаченко и Е. М. Франкевичем, ИХФ РАН, Москва), работавшему над этим исследованием, была вручена Ленинская премия за работы по направлению «Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях»¹⁴⁵.

С 1971 г. Ю. Н. Молин возглавил ИХКиГ на следующие более чем 20 лет¹⁴⁶. Именно в эти десятилетия окончательно сложилась тематика института. Приоритетные направления исследований этого периода: спин-зависимые химические процессы (спиновая химия), методы магнитного резонанса для решения задач химии и биологии, их развитие и применение, процессы горения и аэрозолеобразования, а также фотохимические процессы под действием лазерного излучения и многие другие.

¹⁴⁴ Молин Ю. Н. Магнитные и спиновые эффекты ... ; Научная школа «Магнитные и спиновые эффекты в радикальных реакциях» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/CMS/index.php?id=356> (дата обращения 17.02.2014).

¹⁴⁵ Молин Юрий Николаевич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 176-177; Сагдеев Ренад Зиннурович // Там же. С. 224-225.

¹⁴⁶ Молин Юрий Николаевич: Справка // Новосибирск: Энциклопедия. Новосибирск, 2003. С. 535.

В 1970–1980-х гг. на новый уровень вышли исследования и методы изучения радикальных процессов. Продолжилась работа по применению различных физических методов (оптическая спектроскопия, масс-спектрометрия, радиоспектроскопия, ЭПР, ЯМР и др.) для обнаружения атомов и свободных радикалов в сложных химических процессах и изучения их реакций. Чуть раньше были начаты исследования по спиновому обмену свободных радикалов в растворах, о которых упоминалось выше. Развивались приложения спинового обмена, позволяющие изучать элементарные акты взаимодействия частиц в растворах. Эти результаты заложили теоретический фундамент для работ, позволяющих использовать спиновые зонды в химии и молекулярной биологии¹⁴⁷.

Большую научную школу академика Ю. Н. Молина (более тридцати кандидатов и докторов наук) можно назвать преемницей традиций школы академика В. В. Воеводского, который одним из первых в СССР осознал всю важность применения радиоспектроскопических методов (в частности, ЭПР и ЯМР) в различных областях химических наук, задав тем самым основной вектор исследований его преемникам в ИХКиГ и других институтах Сибирского отделения на многие годы вперёд. В настоящее время научная школа спиновой химии – школа о радикальных реакциях, управляемых электрон-ядерными взаимодействиями – прочно удерживает лидирующие позиции в мире¹⁴⁸.

К числу важнейших достижений школы 1970-х – 1980-х гг. следует отнести развитие метода регистрации короткоживущих частиц со стационарной концентрацией около 100 штук в образце (при обычном методе ЭПР порог чувствительности – 1000 спинов). Позднее подобные установки были воспроизведены в Великобритании, США, Швеции и Японии¹⁴⁹. Не менее

¹⁴⁷ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 811, 895, 972, 1061; 1187, 1287, 1390, 1487, 1576, 1647, 1725, 1796, 1874, 2082.

¹⁴⁸ Лёшина Т. В. Вкус к постижению нового // Наука в Сибири. 2004. № 4, С. 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?7+277+1> (дата обращения 25.10.2014).

¹⁴⁹ НАСО. Ф.10. Оп.5. Д.967, 1061, 1450; Anisimov O. A., Grigoryants V. M., Molchanov V. K., Molin Y. N., Optical detection of ESR absorption of short-lived ion-radical pairs produced in solution by ionizing-radiation // Chemical Physics Letters 66 (1979): 265-268.

значимые результаты были связаны с наблюдением квантовых эффектов в радикальных реакциях и разработка на этой основе высокочувствительных время-разрешённых методик в наносекундном диапазоне времён, когда чувствительности других методов для регистрации таких частиц не хватает¹⁵⁰.

Перечисленные результаты неоднократно докладывались на международных и российских конференциях, публиковались в ведущих журналах и монографиях, хорошо известны и признаны международным научным сообществом. Ю. Н. Молин в разное время активно работал в редколлегиях ряда отечественных и зарубежных журналов: Журнал структурной химии (1978–1988 гг., главный редактор), Успехи Химии (1984–1997 гг.), Chemical Physics Letters (1980–2000 гг.), Mendeleev Communications (1991 г.–н/в), Radiation Physics and Chemistry (1988–1998 гг.), Molecular Physics (1988–1995 гг.), Bulletin of the Korean Chemical Society (1998 г.–н/в). Выступал с пленарными докладами на многих международных конференциях, включая конференции по спиновой химии. Члены школы многократно участвовали в проведении совместных исследований и чтении лекций в зарубежных центрах по спиновой химии¹⁵¹.

Необходимо также отметить одну из важных особенностей школы – её междисциплинарность. В коллективных работах участвуют специалисты разного профиля – физики и химики, теоретики и экспериментаторы, привлекаются высококвалифицированные радиоинженеры-прибористы для разработки экспериментальных установок. Разные модификации спектрометров ОД ЭПР, а также приборы, позволяющие наблюдать время-разрешённые эффекты магнитных, электрических и СВЧ полей, являются оригинальными установками, на которых выполнено большинство наиболее цитируемых работ коллектива. Непрерывная модернизация этих установок, а также разработка новых методик позволяют

¹⁵⁰ Anisimov O. A., Bizyaev V. L., Lukzen N. N., Grigoryants V. M., Molin Y. N., The induction of quantum beats by hyperfine interactions in radical-ion pair recombination // Chemical Physics Letters 101 (1983): 131-135; Багрянский В. А., Боровков В. И., Молин Ю. Н. Квантовые биения в радикальных парах // Успехи химии. 2007. Т. 76. № 6. С. 535-549.

¹⁵¹ Научная школа «Магнитные и спиновые эффекты в радикальных реакциях» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/CMS/index.php?id=356> (дата обращения 17.02.2014).

сохранять лидирующие позиции школы в области спиновой химии и смежных областях.

Постоянный приток молодых кадров – студентов и аспирантов НГУ и СО РАН играет важную роль в работе школы, обеспечивая её стабильность. Этому способствует и преподавательская деятельность ведущих членов школы и молодых сотрудников на кафедрах ФЕН и ФФ НГУ (а также в физико-математической школе при НГУ). Действуя целенаправленно, две специализирующие кафедры: химической физики, которую в 1973–1995 гг. возглавлял Ю. Н. Молин и физической химии (возглавляемой в 1961–1967 гг. В. В. Воеводским, а позже в 1979–1996 гг. другим известным физикохимиком профессором К. И. Замараевым) поддерживают кадровый потенциал ИХКиГ, уровень научной квалификации его сотрудников. Благодаря этому на протяжении всего времени существования школы почти половину её общего состава представляют собой молодые учёные¹⁵².

Актуальные проблемы спиновой химии – направление современных работ школы академика Ю. Н. Молина. Работы сосредоточены на развитии нескольких тематик, включающих (1) разработку и усовершенствование высокочувствительных методов, использующих принципы спиновой химии, (2) практическое приложение этих методов в изучении короткоживущих интермедиатов, которые невозможно зарегистрировать другими физико-химическими методами, а также (3) поиск и исследование новых аспектов магнитоспиновых эффектов. К достижениям в разработке этих проблем можно отнести, во-первых, наблюдение и исследование влияния магнитного поля Земли на химические реакции. Этот метод позволил разработать новый тип анализа – спектроскопию пересечения энергетических уровней радикальных пар, а также стимулировал исследования, изучающие влияние слабых магнитных полей на биологические объекты¹⁵³. Во-вторых, к ним относится применение разработанных

¹⁵² Научная школа «Магнитные и спиновые эффекты ... [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/CMS/index.php?id=356> (дата обращения 17.02.2014).

¹⁵³ Stass D. V., Lukzen N. N., Tadjikov B. M. and Molin Yu. N., Manifestation of quantum coherence upon recombination of radical ion pairs in weak magnetic fields. Systems with non-equivalent

методов при изучении реакций короткоживущих промежуточных частиц, в том числе биологически значимых радикалов, и их строения. Из-за высокой реакционной способности в растворах их изучение традиционными методами было невозможно¹⁵⁴.

Ю. Н. Молин – член международного комитета по спиновой химии (1994) и почётный член международного общества ЭПР (1998), избран Менделеевским чтецом (1992), обладатель Гранта в номинации «Выдающиеся учёные России» (2001, 2002), награждён Золотой медалью им. академика Н. Н. Семёнова (РАН, 2006), лауреат премии им. академика В. В. Воеводского (2009). Это является ещё одним доказательством признания вклада школы Ю. Н. Молина в развитие спиновой химии и химической радиоспектроскопии¹⁵⁵.

Вопросам о роли научных школ Сибирского отделения в преемственности научных традиций, сохранении и пополнении научного потенциала Сибири посвящены специальные историографические публикации¹⁵⁶. Их авторы отмечают определенные закономерности в формировании научных школ:

- основатели научных школ в СО АН СССР / СО РАН, в большинстве случаев, представители известных научных школ страны, воспитанные выдающимися учителями, которые сыграли определяющую роль в формировании их научной биографии;

nuclei // Chem. Phys. Letters 233 (1995): 444-450; Dmitri V. Stass, Sergey V. Anishchik and Vladimir N. Verkhovlyuk. Coherent spin control of radiation-generated radical ion pairs in liquid alkanes // In: Selectivity, Control, and Fine Tuning in High-Energy Chemistry, 2011, Editors: Dmitri V. Stass and Vladimir I. Feldman, Research Signpost, p. 143-189.

¹⁵⁴ Maria Vyushkova, Pavel Potashov, Vsevolod Borovkov, Victor Bagryansky and Yuri Molin. Optically Detected ESR and Time-Resolved Magnetic Field Effect in radiation chemistry of non-polar solutions // In: Selectivity, Control, and Fine Tuning in High-Energy Chemistry, 2011, Editors: Dmitri V. Stass and Vladimir I. Feldman, Research Signpost, p. 191-220; Karogodina T. Y., Dranov I. G., Sergeeva S. V., Stass D. V., Steiner U. E. Kinetic magnetic-field effect involving the small biologically relevant inorganic radicals NO and O₂⁻. // Chemphyschem: a European journal of chemical physics and physical chemistry 12(9) 1714-1728 (2011).

¹⁵⁵ Молин Юрий Николаевич ... С. 176-177.

¹⁵⁶ Куперштох Н. А. Научные школы России и Сибири: проблемы изучения ... С. 93-106; Она же. Кадры академической науки Сибири ... ; Она же. О некоторых тенденциях развития Томского научно-образовательного центра // Философские науки. 2002. № 1. С. 81-103; Школы в науке ...; Добрецов Н. Л. и др. Научные школы Академии наук ... С. 71-86; Шалимов С. В. «Спасение и возрождение»: Исторический очерк развития генетики в Новосибирском научном центре в годы «оттепели» (1957-1964). Новосибирск, 2011. 240 с.; и др.

- научная школа формируется не одномоментно, для её становления необходимо два- три поколения учёных;

- новые поколения обеспечивают критерий мобильности школы в отношении возникающих новых научных фактов и в то же время её устойчивость к изменяющимся условиям, вносят свой вклад в её формирование и развитие, при этом сохраняя традиции научной школы, её лучшие черты, заложенные основателями.

По мнению академика Ю. Н. Молина, лидера научной школы «Магнитные и спиновые эффекты в радикальных реакциях», продвигавшего новое направление – «спиновая химия», «научные школы – это не пустой звук... Иногда их путают с тем, что раньше институты организовывались под личность... Авторский институт, который сложен основателем... Сейчас институты такого типа невозможны. Научная школа – неофициальна. В век информационных технологий научное знание всё больше приобретает вектор стремления к коллективному разуму. Научные школы были зачатком такого стремления. Научная школа – это команда притёртых людей. Её существование – полезная вещь – живой организм! Лидер плюс разделение функций – вот что является главным критерием будущего научных школ»¹⁵⁷.

К середине 1970-х гг. Ю. Н. Молину в полной мере удалось собрать «команду притёртых людей» для исследований в области спектроскопии ядерного магнитного резонанса, ставшей впоследствии основой метода магнитно-резонансной томографии (МРТ). «Заряд творческой энергии, вложенный В. В. Воеводским в своих учеников, был так велик, что несмотря на его раннюю смерть (он не дожил даже до 50 лет), в институте выросла целая плеяда ярких ученых — академики Ю. Н. Молин, Ю. Д. Цветков, в следующем поколении — Р. З. Сагдеев, ныне директор Международного томографического центра.»¹⁵⁸ Работы учеников В. В. Воеводского заложили основы нового направления –

¹⁵⁷ Интервью с академиком Ю. Н. Молиным // Личный архив автора, 2013.

¹⁵⁸ Добрецов Н. Л., Молодин В. И. Научные школы Академии наук ... С. 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?6+229+1> (дата обращения 17.02.2014).

спиновая химия. «Выполненные ими пионерские исследования стали толчком для развития таких работ во всем мире. И здесь прослеживается та же цепочка: яркая личность учителя, совместная работа, атмосфера общей заинтересованности – в итоге вырастают и самостоятельные крупные исследователи, и самобытные коллективы, т. е. школы.»¹⁵⁹

Идеи В. В. Воеводского продолжали развиваться не только представителями его школы и не только в области фундаментальной физической химии и химической физики, но и в смежных областях, включая прикладные исследования. Международная конференция «Физика и химия элементарных химических процессов», посвященная памяти академика В. В. Воеводского, проходит каждые пять лет. В ней принимают участие исследователи, поддерживающие и развивающие его идеи на современном научном уровне. Конференция проводится поочередно в Москве и Новосибирске – городах, где наиболее активно работал В. В. Воеводский. VII Международная конференция, посвящённая 90-летию со дня рождения В. В. Воеводского, прошла в Черноголовке в июле 2007 года, по её итогам был выпущен сборник статей «Физика и химия процессов, ориентированных на создание новых наукоемких технологий, материалов и оборудования»¹⁶⁰.

Первая половина 1990-х гг. оказалась сложным периодом, как для всей российской науки, так и для научной школы Ю. Н. Молина. Научные сотрудники наиболее продуктивного среднего возраста покидали институт. Часть из них продолжила работу в области спиновой химии или смежных областях в российских и зарубежных лабораториях, сохраняя научные контакты с ИХКиГ. Другие ушли в коммерческие структуры, которые формировались и получали развитие на базе научно-производственных отделов и конструкторских бюро. Тем не менее, усилиями коллектива школы удалось сохранить преемственность и развить новые направления исследований. Именно в это время в Казани была создана научная

¹⁵⁹ Добрецов Н. Л., Молодин В. И. Указ. соч. С. 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?6+229+1> (дата обращения 17.02.2014).

¹⁶⁰ К 90-летию со дня рождения Владислава Владиславовича Воеводского (1917-1967) // Химия в интересах устойчивого развития. 2008. Т. 16. № 3. С. 285-287.

школа К. М. Салихова, который активно разрабатывал теоретические аспекты спиновой химии во время своей работы в ИХКиГ. Окончательно оформилось и выделилось из состава школы самостоятельное направление – спектроскопия ядерного магнитного резонанса сложных парамагнитных систем – известное как научная школа Р. З. Сагдеева.

Формирование метода ЯМР- спектроскопии и томографии происходило на основе взаимодействия и синтеза нескольких направлений фундаментальных исследований, получивших развитие в XX в., в частности радиоспектроскопии, физической и спиновой химии, а затем и биологии, биофизики, некоторых областей теоретической и прикладной математики, медицины. Становление научной школы в области ЯМР- спектроскопии, а позже и МРТ, оказалось сложным процессом, начало которому положил академик В. В. Воеводский, выдвинувший основополагающую идею. Ученики и коллеги поддержали её развитие, способствуя продвижению новых теоретических программ и реализуя собственное видение научных проблем, выходя за рамки уже существующей школы.

1.2. Возникновение научного направления в области магнитного резонанса в СО АН СССР

Основные принципы стратегии СО АН СССР были сформулированы его первым председателем академиком М. А. Лаврентьевым и получили известность как «треугольник Лаврентьева». Суть подхода заключалась в создании оптимальных условий для развития фундаментальных исследований, тесной интеграции науки и образования и формирования многоуровневой системы подготовки кадров, а также связей с производством для реализации результатов научной деятельности.

Необходимо отметить ряд особенностей, отличавших Сибирское отделение от других научных комплексов страны. Это в первую очередь ориентация институтов на междисциплинарные направления науки, а также сложившиеся в научном центре принципы организации и управления научными исследованиями.

Как показала историческая ретроспектива, «акценты расставлялись на тех научных проблемах и направлениях, которые получали мировой приоритет и считались наиболее перспективными. В ряде случаев для работы в таких областях создавались специальные институты»¹⁶¹.

Примером такого научного учреждения может служить ИХКиГ СО АН СССР, в котором к началу 1980-х гг. были разработаны фундаментальные положения спектроскопии высокого разрешения электронного парамагнитного резонанса, основанной на модуляционных явлениях в электронном спиновом эхе. Метод нашёл широкое применение при исследованиях ближайшего окружения различных *парамагнитных центров* (*захваченный электрон, атомы, радикалы, каталитические и фотосинтетические системы, спиновые метки в биологических системах*). По мере становления Института, наряду с наращиванием фундаментальных исследований предлагались новые технологии и результаты, имеющие серьёзный производственный потенциал. Это, в свою очередь, служило одному из приоритетных принципов научной деятельности в Новосибирском научном центре – поиску эффективных путей связи научных исследований и производства¹⁶². Применительно к проблематике данного исследования в качестве примера можно привести тему «Поиск путей применения магнитной радиоспектроскопии для разведки полезных ископаемых», которая включала практическую разработку и изготовление полевой аппаратуры ЯМР для поиска воды. Результатом исследования стала установка для определения возможности разведки подземных вод методом ЯМР, которая была опробована в 1983 г. на известных водоносных пластах в Балхаш-Алакольской котловине на юго-востоке Казахстана. Полученный сигнал ЯМР от указанных пластов давал повод надеяться на применимость метода ЯМР для разведки воды при соответствующем усовершенствовании аппаратуры для серийного производства прибора¹⁶³.

¹⁶¹ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 178; см. также: Аблажей Н. Н., Букин С. С., Водичев Е. Г., Ламин В. А., Тимошенко А. И. Экономические и социокультурные взаимодействия в Урало-Сибирском регионе, 2004. С. 152, 155.

¹⁶² РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 178.

¹⁶³ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 991. Л. 2-30.

ИХКиГ не являлся в полном смысле химическим институтом. Деятельность Института, следуя принципам его основателей А. А. Ковальского и В. В. Воеводского, продолжала «протекать в области промежуточной между химией и физикой», связывая основные научные исследования с «определёнными практическими задачами» народнохозяйственного значения¹⁶⁴.

М. А. Лаврентьев в одном из своих интервью отмечал, что тенденция развития современной науки заключается в её интеграции: «... большинство настоящих больших проблем не могут быть решены представителями одной области, одной специальности, для их быстрого решения требуется привлечение специалистов многих направлений»¹⁶⁵. Понимало это и руководство ИХКиГ, развивая в 1970–1980-х гг. междисциплинарные взаимодействия в направлениях исследований Института. Одним из них стала магнитно-резонансная спектроскопия, идеи и проблемные задачи которой получили институциональное оформление в 1970–1980-х гг. и далее, вплоть до стадии формирования на основе многомерной ЯМР магнитно-резонансной томографии (МРТ), послужившей в конечном счёте основополагающим методом для институционализации научного учреждения – Международного Томографического Центра СО РАН.

Появление в 1970-х гг. нового научного направления – спиновой химии – оформилось в научную школу под руководством Ю. Н. Молина (см. раздел 1.1.), тем самым способствуя дальнейшему развитию исследований в этой проблемной области¹⁶⁶. С точки зрения науковедения, одним из признаков сформировавшейся школы может считаться общность научных интересов её представителей, ко второму признаку можно отнести научную значимость рассматриваемых проблем. Рассмотрим это направление с точки зрения актуальности и научной значимости.

Спиновая химия исторически является приоритетной областью химической физики, позволяя изучать влияние магнитных свойств вещества на его поведение в химических реакциях. Основным методом изучения процессов спиновой химии

¹⁶⁴ НАСО. Ф. 10. Оп. 4. Д. 4. Л.174-175; см. также: Ф. 10. Оп. 5. ДД. 862, 869, 1061, 1071.

¹⁶⁵ Лаврентьев М. А. Наука. Технический прогресс. Кадры. Новосибирск, 1980. С. 153.

¹⁶⁶ Ведущие научные школы России ..., М., 1998. С. 4-7.

является магнитно-резонансная спектроскопия. При этом следует подчеркнуть, что это метод исследования химических объектов, использующий явление ядерного магнитного резонанса. Однако, когда речь идёт о биологических объектах, определение «ядерный» опускается, хотя необходимо иметь ввиду, что эти процессы происходят в ядре.

К середине 1970-х гг. в ряду основных спектроскопических методов, используемых химиками для изучения структуры вещества, спектроскопия ЯМР была методом относительно новым. В 1945 г. две группы физиков – Э. Парселл, Р. Паунд и Г. Торри (Гарвардский университет) и Ф. Блох, М. Паккард и В. Хансен (Стэнфордский университет) – независимо друг от друга впервые успешно наблюдали явление ЯМР в твердых телах и жидкостях¹⁶⁷. В начале 1950-х гг. это явление впервые применили для решения химической задачи. Работы группы Блоха были подхвачены американской приборостроительной фирмой «Вариан» (Varian¹⁶⁸), фамильным предприятием в области электроники, принадлежавшим братьям Расселу и Сигурду Варианам, и послужили основой будущего расцвета приборостроения химической радиоспектроскопии ЯМР. С того времени применение ЯМР в химии постоянно росло, что отразилось в количестве публикаций по ЯМР или его приложениям во всех областях химии¹⁶⁹.

Физические основы ЯМР-спектроскопии определяются магнитными свойствами атомных ядер¹⁷⁰. Явление ядерного магнитного резонанса, открытое Ф. Блохом и Э. Парселлом (Нобелевская премия по физике 1952 г.), послужило основой для нового вида спектроскопии. В очень короткий срок он стал одним из самых информативных методов исследования, дав возможность изучать

¹⁶⁷ Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. М., 1984. С. 5; Завойская Н. Е. История одного открытия. М., 2007. 208 с.; Хорнак Дж. П. Основы МРТ. С. 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm> (дата обращения 02.05.2015).

¹⁶⁸ About Varian [Электронный ресурс]. URL: <https://www.varian.com/about-varian> (дата обращения 05.03.2014).

¹⁶⁹ Кессених А. В. Эдвард Майлз Перселл, Феликс Блох и открытие магнитного резонанса... 2012. С. 23-24 [Электронный ресурс]. URL: <http://ufn.ru/tribune/trib116.pdf> (дата обращения 06.03.2014); Он же. Открытие, исследования и применения магнитного резонанса // УФН. 2009. Т. 179. № 7. С. 737-764.

¹⁷⁰ Гюнтер Х. Указ. соч. С. 8-10.

молекулярную структуру и динамику молекул, межмолекулярные взаимодействия, механизмы химических реакций и количественный анализ веществ в различных агрегатных состояниях. Первые ЯМР- спектрометры были созданы в начале 1950-х гг. Начиная с 1953 г., приборы ЯМР постоянно совершенствовались, лавинообразно нарастал поток исследований, возникали новые и расширялись традиционные области приложения этого метода для физики, химии, биологии и медицины. В этой связи быстро расширялся круг специалистов, активно использующих этот инновационный метод¹⁷¹. «Исключительная роль метода ЯМР в химических исследованиях определяется тем, что он оказывается полезным, а часто и незаменимым источником информации на всех стадиях исследования – от изучения состава сложных реакционных смесей до установления строения и динамических характеристик сложных соединений, распределения электронной плотности в них и межмолекулярных взаимодействий»¹⁷².

В начале 1970-х гг. вышла в свет публикация известного специалиста в области спектроскопии профессора Х. Гюнтера (ФРГ)¹⁷³, которая сразу приобрела широкую популярность среди физикохимиков. На тот момент последние достижения ЯМР- спектроскопии были связаны с введением в практику импульсных методов регистрации. Кроме того, широко применялись мини- и микро-ЭВМ, обеспечивая регистрацию спектров, их обработку и частичную интерпретацию, что позволяло осуществить полную или частичную автоматизацию проведения сложных экспериментов. В результате эффективная чувствительность спектрометров увеличилась в сотни и тысячи раз, давая возможность регистрировать спектры тяжелых и редких ядер с малыми магнитными моментами или низким природным содержанием. В 1980 г. вышло английское издание этой книги, которое затем было существенно переработано и дополнено автором для издания на русском языке 1984 г. «Введение в курс спектроскопии ЯМР»¹⁷⁴.

¹⁷¹ Гюнтер Х. Указ. соч. С. 5.

¹⁷² Там же.

¹⁷³ Gunther H. NMR-Spektroskopie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1973. 357 p.

¹⁷⁴ Гюнтер Х. Указ. соч. С. 6.

Первоначально казалось, что ЯМР-спектроскопия представляет собой не более чем особую экспериментальную методику, пригодную лишь для узких прикладных задач. Однако она быстро превратилась в один из самых мощных методов современного ЯМР, который во многих областях заменил традиционные. По сравнению с рентгеновскими и радиоизотопными методами, МР-спектроскопия и визуализационный метод МР-томография используют энергию противоположного конца электромагнитного спектра (её излучаемая энергия на девять порядков величины ниже). До настоящего времени не выявлено каких-либо вредных побочных эффектов применения ЯМР-методов. Направление, ориентированное на исследования неразрушающими методами, начиная от характеристик различных сред, потоков жидкостей и газов, изучения свойств промышленных материалов и земных пород, физических и биологических экспериментов до медицинской диагностики, предполагало неинвазивность процесса с сохранением структуры, исследуемого вещества или целого объекта. Это было прорывом в экспериментальных областях исследования. Прогресс ЯМР-спектроскопии оказался столь стремительным и многосторонним, что статьи по этой тематике едва успевали в полной мере отражать все новейшие достижения в этой области. Назовём лишь некоторые, например, ЯМР-интроскопию и ЯМР в твёрдых телах, а также двумерную фурье-спектроскопию и ЯМР-спектроскопию редких ядер. Для того чтобы в какой-то мере отразить объём этих исследований в ИХКиГ, в приложении А представлен список некоторых монографий, статей и обзоров, опубликованных с конца 1950-х–1990-е гг. сотрудниками института по данной теме.

Анализируя становление научной школы в области ЯМР-спектроскопии и в дальнейшем МР-томографии в ИХКиГ, необходимо отметить, что фактор институционализации этих направлений «как степень выраженности когерентности и чёткости формулировок идей»¹⁷⁵, которые в свою очередь определяли пределы допустимых действий учёных-химиков института, был

¹⁷⁵ Шпигель-Резинг И. Стратегия дисциплины по поддержанию своего статуса. / Научная деятельность, структура и институты. 1980 г. С. 113-114.

обусловлен сложным взаимодействием когнитивных и социальных условий развития рассматриваемых направлений. По мнению Р. Уитли, «когнитивная институционализация характеризует, во-первых, степень согласия между учёными, работающими в одной и той же исследовательской области, относительно важности тех или иных проблем, приемлемости предлагаемых решений, ценностной иерархии исследовательских методов, используемых понятий, границ исследовательской области в целом и т. д.; во-вторых, поведение учёных, регулируемое нормами, принимаемыми всеми учёными, следовательно, характеризует выбор реальных проблем, оценку результатов исследований и т. д.»¹⁷⁶

Анализируя направления исследований ИХКиГ, можно сделать вывод: к концу 1970-х гг. в Институте системно поддерживались междисциплинарные взаимодействия разных научных направлений. ЯМР- спектроскопия стала одним из них, являясь наиболее важным физическим методом, используемым во многих областях химии. Исследования проводились в соответствии с основными направлениями научной деятельности Института, утверждёнными Постановлением Президиума СО АН СССР.¹⁷⁷ В 1975–1978 гг. работы проводились силами 12 научных лабораторий и групп и были направлены на решение актуальных теоретических и прикладных задач в области элементарных химических реакций, особенно реакций свободных радикалов, возбуждённых молекул и ионов, в области физикохимии горения и физикохимии дисперсных систем, в области синтеза и изучения высоконенасыщенных соединений. Особое внимание уделялось исследованию магнитных и спиновых эффектов в химических реакциях. Успешное развитие работ в этих направлениях во многом определялось разработкой и применением в институте современных физических и физико-химических методов исследования, особенно ЭПР и ЯМР- спектроскопии¹⁷⁸.

¹⁷⁶ Шпигель-Резинг И. Указ. соч. С. 113-114.

¹⁷⁷ Институт химической кинетики и горения ... С. 6; НАСО. Ф. 10. Оп. 3. Постановление Президиума СО АН СССР № 480 от 25.11.1969 г.; Постановление Президиума АН СССР № 822 от 29.10.1970 г.

¹⁷⁸ НАСО, Ф. 10. Оп. 5. Д. 761, 811, 895, 991.

За период 1970–1980-х гг. в институте были проведены исследования по темам, входящим в следующие научные проблемы (таблица 1):

Таблица 1 – Направления исследований и структурные подразделения ИХКиГ

Научно-исследовательская проблема	Лаборатории, в которых разрабатывались темы, по обозначенным проблемам
Теория химического строения, реакционная способность, кинетика	МЦиРР (Механизма цепных и радикальных реакций с 1978 г. Лаборатория структуры и механизма реакций в растворах) МЯ (Магнитных явлений с 1978 г.) ХФ СР (Химии и физики свободных радикалов) ТХ (Теоретической химии) ФМ ХК (Физических методов в химической кинетике) ФХГГ (Физики и химии горения газов) ДС (Дисперсных систем)
Химия, высоких энергий, радиационная химия и фотохимия	ХФ СР Ф (Фотохимии) ВЭ (Высоких энергий) МВП (Моделирования высокоэнергетических процессов) гЛФ (Группа лазерной фотохимии)
Поверхностные явления в дисперсных системах	ДС
Полимеры с комплексом особых свойств	ОСС (Органически сопряжённых систем)
Применение новых радиоскопических методов в химии	ФМ ХК

Уитли отмечает, что «высокая степень когнитивной институционализации позволяет предсказывать поведение учёных работающих в той или иной научной дисциплине. Согласие в принятии норм и предсказуемость поведения взаимосвязаны между собой»¹⁷⁹. Этот сценарий хорошо прослеживается по материалам ИХКиГ, в частности, по протоколам Учёных советов, годовым отчётам и планам научно-исследовательских работ (НИР). Например, решением Учёного совета ИХКиГ (от 26 января 1977 г.) было рекомендовано включить в план редакционной подготовки 1977 г. в издательство «Наука» монографию А. Л. Бучаченко, Р. З. Сагдеева и К. М. Салихова «Магнитные и спиновые эффекты

¹⁷⁹ Шпигель-Резинг И. Указ. соч. С. 114.

в химических реакциях» (под редакцией член-корреспондента Ю. Н. Молина)¹⁸⁰. Эта работа явилась результатом сотрудничества учёных ИХКиГ и ИХФ АН СССР (Москва) – научно-исследовательских институтов, занимавшихся магнито-химическими эффектами и их приложениями. Итоги творческого взаимодействия двух научных коллективов – основной предмет монографии. Первая часть книги написана К. М. Салиховым, вторая – Р. З. Сагдеевым и А. Л. Бучаченко.

Большую роль в написании этого научного труда сыграли многочисленные дискуссии при его создании и советы ответственного редактора члена-корреспондента Ю. Н. Молина. Идея данной работы возникла из очевидной внутренней общности всех рассматриваемых явлений в тот момент, когда определились основные пути их использования в химии. Её научная новизна и значимость заключались в том, что авторы впервые с единых позиций рассмотрели физику и изложили теорию магнитных и спиновых эффектов. Учёные сделали обстоятельный анализ работ о влиянии магнитных полей на радикальные реакции, проиллюстрировали наиболее яркими примерами основные принципы химических приложений ХПЭ и ХПЯ¹⁸¹.

Ещё одним итогом исследований стало появление диссертационной работы «Магнитные и изотопные эффекты в реакциях свободных радикалов и возбуждённых состояний в конденсированной фазе» старшего научного сотрудника лаборатории механизма цепных и радикальных реакций ИХКиГ кандидата физико-математических наук Р. З. Сагдеева. Диссертация была представлена на соискание учёной степени доктора химических наук и заслушана на заседании¹⁸² Учёного совета ИХКиГ 18 февраля 1977 г. Члены Учёного совета (И. Л. Котляревский, А. И. Бурштейн, М. С. Шварцберг, Ю. Н. Молин) отметили, что исследование Р. З. Сагдеева соответствует основным направлениям научной

¹⁸⁰ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 5.

¹⁸¹ Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М. Магнитные и спиновые эффекты ... С. 3-4; Сагдеев Р. З., Салихов К. М., Молин Ю. Н. Влияние магнитного поля на процессы с участием радикалов и триплетных молекул в растворах // Успехи химии. 1977. Т. 46. Вып. 4. С. 569-601.

¹⁸² НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 8-14.

деятельности института и является составной частью темы «Изучение роли спиновых эффектов и структуры растворителя в жидкофазных реакциях». Отмечалось, что данное диссертационное исследование послужит весомым вкладом в современную физическую химию и откроет новые возможности для изучения и управления элементарными реакциями свободных радикалов и возбуждённых состояний в конденсированной фазе¹⁸³.

В ходе обсуждения подчёркивались важные результаты, полученные при экспериментальном и теоретическом изучении тонких эффектов влияния электронных и ядерных спинов на кинетику радикальных реакций. Впервые было установлено, как постоянное магнитное поле оказывает влияние на радикальные реакции в растворах, предложена теоретическая модель этого нового явления. Также был отмечен новый *магнитный изотопный эффект*¹⁸⁴, впервые выявленный экспериментально и доказательно представленный в диссертационной работе¹⁸⁵.

Результаты исследования Р. З. Сагдеева показали, что в радикальных реакциях могут наблюдаться изотопные эффекты новой природы, которые связаны с различием магнитных свойств изотопов. Ценность работы заключалась также в обнаружении и теоретическом описании ряда новых явлений и закономерностей, которые открывали перспективу практического использования для управления скоростями процессов, протекающих при участии свободных радикалов и возбуждённых состояний. Полученные результаты послужили основой для разработки новых, эффективных способов разделения изотопов (включая тяжёлые изотопы)¹⁸⁶.

Учитывая, что диссертационная работа кандидата физико-математических наук Р. З. Сагдеева является крупным вкладом в химическую науку, Учёный совет

¹⁸³ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 10-12.

¹⁸⁴ *Изотопный эффект* – различия в свойствах изотопов данного элемента или в свойствах соединений, содержащих различные изотопы одного элемента (так называемых изотопнозамещённых соединениях); чаще всего обусловлены различиями масс ядер изотопов (И. э. I рода), но могут быть вызваны также различиями и других ядерных свойств (И. э. II рода). / Химическая энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: http://enc-dic.com/enc_chemistry/Izotopne-jeffekt-720.html (дата обращения 19.02.2014).

¹⁸⁵ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 10-12.

¹⁸⁶ Там же. Л. 13.

ИХКиГ постановил представить диссертационную работу к защите на соискание учёной степени доктора химических наук. Там же было решено командировать Р. З. Сагдеева в Японию в сентябре 1977 г. для участия в американо-японском двухстороннем семинаре «Неионные промежуточные частицы в химических реакциях» в качестве лектора по теме «Магнитные эффекты в радикальных реакциях»¹⁸⁷. Таким образом, исследования Р. З. Сагдеева открыли новое направление, связанное с магнитными и спиновыми эффектами в радикальных реакциях. К тому времени под его руководством было уже подготовлено пять кандидатских диссертаций и большое число дипломных исследований студентов Новосибирского государственного университета.

Рождение этой новой области химической физики, возникшей на стыке магнитной радиоспектроскопии и химической кинетики, связано с открытием ХПЯ в 1967 г. Появление нового направления оказалось совершенно неожиданным событием, однако с точки зрения его дальнейшего стремительного развития далеко не случайным. «Выяснение физических основ явлений химической поляризации ядер и электронов (ХПЯ и ХПЭ), развитие их химических приложений, предсказание и открытие влияния внешнего магнитного поля и магнитного момента ядра на радикальные реакции – быстрое развитие всех этих событий было предопределено как интригующей необычностью явлений и перспективами их применения в химии, так и тем высоким уровнем, которого достигли к этому моменту магнитная радиоспектроскопия и кинетика радикальных реакций»¹⁸⁸.

Рассматривая период 1970–1990-х гг. в развитии этого направления спиновой химии в Сибирском отделении АН СССР и отечественной науке в целом, необходимо ещё раз подчеркнуть, что область осталась практически не изучена в отечественной истории науки и техники. Материалы данного параграфа целиком опираются на научные работы в области магнито-химических теорий и практик, архивные документы ИХКиГ СО АН СССР и личный архив диссертанта, а не на разработки историков в области химических наук.

¹⁸⁷ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 13-14.

¹⁸⁸ Бучаченко и др. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях ... С. 569-570.

Большое значение для институционализации молекулярного магнетизма, магнитно-резонансной спектроскопии и томографии в ИХКиГ имели международные исследования в этой проблемной области в химических, физических, биологических, медицинских и др. лабораториях европейских университетов и США. ИХКиГ продолжал поддерживать и укреплять международные научные связи, следуя принципам и традициям научной школы В. В. Воеводского, т. к. «наиболее важные и основные вопросы наших представлений о природе требуют совместного разрешения; тут необходимо участие математика, механика, биолога, химика, бактериолога, медика, минералога, геолога и даже астронома, ибо микрокосмос химических молекул и строение атомов не могут не отражать в себе элементов строения мироздания»¹⁸⁹. Зарубежные учёные проходили стажировку в лабораториях сибирского института, сотрудники которого в свою очередь активно участвовали в организации и работе международных научных мероприятий (конференции, симпозиумы и т. п.) по магнитному резонансу (химической физике), выставках и ярмарках научно-технических разработок, выступая с лекциями и докладами о достижениях отечественной науки. Международные научные связи института осуществлялись также путём выполнения совместных работ с научными учреждениями социалистических стран, командировок сотрудников ИХКиГ в отдельные страны для участия в научных мероприятиях и проведения НИР¹⁹⁰.

Детали международного сотрудничества прослеживаются в отчётах Ю. Н. Молина, Р. З. Сагдеева, К. М. Салихова, Ю. Д. Цветкова и др. на Учёных советах Института. Как следует из документов, география международного сотрудничества с ведущими зарубежными лабораториями по вопросам в области магнитных эффектов в радикальных реакциях и другим проблемам базовой для ИХКиГ специальности «химическая физика» охватывала страны не только

¹⁸⁹ Большой смотр достижений химической науки / К итогам работы XVIII Менделеевского съезда химиков, сентябрь 2007 года, Москва // Наука в Сибири. 2007. № 41. С. 12-13. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?17+436+1> (дата обращения 20.02.2014).

¹⁹⁰ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. См.: Д. 964, 967, 1071, 1256, 1450, 1770, 2082.

бывшего социалистического лагеря, но и Западной Европы, а также Великобританию, США и Японию. Итоги такого сотрудничества заключались в обмене данными и новой информацией о работах в области магнитных эффектов в радикальных реакциях, ЯМР-спектроскопии и томографии; в установлении научных контактов с рядом ведущих специалистов в области химической физики. Подобные мероприятия зачастую предполагали проведение экспериментальных исследований по нескольким направлениям: химической поляризации ядер, магнитно-спиновых эффектов, радиационной химии, исследования процессов горения и т. п. совместно с коллегами из лабораторий зарубежных исследовательских центров таких как Лейденский и Гронингенский Университеты (Нидерланды), Центр синхротронных исследований в Дэрсбери и Лидский Университет (Великобритания), Свободный Университет Западного Берлина (ФРГ), Высшая техническая школа в Мерзебурге (ГДР), Университеты Лейпцига и Йена (ГДР), Университет города Ржеш (Чехословакия) и Институт прикладной радиационной химии Технологического Университета города Лодзь (Польша), Центральный институт химии ВАН (Венгрия), Уэйнский университет и Аргонская национальная лаборатория в Чикаго (США), Университет Киото и Токийский технологический институт (Япония) и др. Следует подчеркнуть, что подобное масштабное сотрудничество не было только ознакомительным: результатом поездок были прочитанные лекции, междисциплинарные семинары и публикации как в отечественных, так и в зарубежных научных журналах, которые способствовали популяризации достижений ИХКиГ. Отметим, что по некоторым вопросам к концу 1970-х гг. «за рубежом не было ни одной опубликованной или отправленной в печать статьи о новом методе исследования структуры биополимеров так называемом методе «ХПЯ меток»¹⁹¹.

Международные поездки сотрудников Института, широкий обмен полученными данными с научными центрами зарубежных стран, детальная информация о научных и приборных разработках ведущих западных фирм

¹⁹¹ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 65.

существенно повлияли на развитие исследований с помощью метода ЯМР- спектроскопии и томографии, его институционализацию в Сибирском отделении. Примером этого может служить поездка Р. З. Сагдеева в Голландию осенью 1977 г., в результате которой были достигнуты договорённости и получены предложения от центральной исследовательской лаборатории фирмы «AKZO» и Гронингенского Университета о заключении двусторонних соглашений по проведению с ИХКиГ исследований в области ХПЯ в слабых магнитных полях¹⁹². Отметим также, что в 1979 г. фирма «Вариан» предлагает ИХКиГ сотрудничество в методической разработке ЯМР-исследований спектров короткоживущих радикалов¹⁹³. Другие подобные этим соглашения с исследовательскими лабораториями и научно-производственными фирмами зарубежных стран также способствовали выполнению плановой программы научных исследований магнитно-спиновых эффектов, которые проводились в ИХКиГ в 1970–1980-х гг. С начала 1980-х гг. происходит экспоненциальный рост этих исследований в учреждениях Академии наук СССР и Сибирского отделения.

Анализируя материалы по научной деятельности Института, количеству международных и отечественных выставок, экспедиций, им организованных, участию сибирских химикофизиков в учреждении и проведении семинаров и конференций различного уровня, участию в конкурсах научных работ и пропаганде научных знаний, ИХКиГ по праву можно назвать одним из флагманов химической физики и её передовых исследовательских методов в отечественной и мировой науке. В приложении В приведён далеко не полный перечень научно-исследовательских мероприятий¹⁹⁴ 1970–1990-х гг., способствовавших «существенному прогрессу в развёртывании в СССР теоретических и экспериментальных работ по изучению влияния магнитного поля на химические реакции с помощью физико-химических методов, в том числе ЯМР- спектроскопии

¹⁹² НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 65.

¹⁹³ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 1187. Л. 18.

¹⁹⁴ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. См.: Д. 811, 895, 991, 1091, 1187, 1287, 1390, 1487, 1576, 1647, 1725, 2082.

и томографии»¹⁹⁵. Данный список научно-организационных мероприятий, достижений и практик ИХКиГ отражает развитие ЯМР-спектроскопии и томографии как ценных прикладных методов физической химии, их институционализацию как междисциплинарных методов в Сибирском отделении АН СССР и отечественной науке в целом.

Если рассматривать науку как «эстафету нарастающих знаний», то следует отметить взаимовыгодный симбиоз двух компонентов этого процесса: накопление полученного знания и его сохранение через передачу следующим поколениям, а также приобретение нового знания, определяющего дальнейшее развитие науки. Есть основание утверждать, что научная школа ИХКиГ по спиновой химии внесла определяющий вклад в дальнейшее развитие направлений ЯМР-спектроскопии и томографии трансляцией определённой «системы знаний», активно способствуя поступательному движению химической науки¹⁹⁶. Позитивный итог эстафеты нарастающих знаний в области МРТ «в целом соответствует тому, что М. Г. Ярошевский выделил как предметно-логический аспект развития науки»¹⁹⁷. Становление МРТ-метода в Институте химической кинетики и горения – это «логически оправданная последовательность проблем, этапов и итогов научной дисциплины»¹⁹⁸.

Другой аспект развития науки связан с анализом личностно-психологических этапов этого процесса, который позволяет выделить «эпизоды конкретных обстоятельств творческой деятельности учёных и зарождения нового слова в науке»¹⁹⁹. Реальный прогресс нарастающих знаний состоит из связей, скрепляющих «отдельные звенья» цепи научного познания, иными словами, творческого общения конкретных учёных. Это общение может характеризоваться

¹⁹⁵ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 2082. Л. 20.

¹⁹⁶ Салямон Л. С. Бифункциональность науки и некоторые проблемы научных школ // Сб. Школы в науке. М., 1977. С. 183; см. также «Международный томографический центр: фундаментальная наука — предпринимательство ... [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sbras.ru/win/conferen/rus-sci/dokl/sagdeev.html> (дата обращения 21.02.2014); Куперштох Н. А. История Института химической кинетики и горения ... С. 168-180.

¹⁹⁷ Салямон Л.С. Указ. соч. С. 184.

¹⁹⁸ Там же.

¹⁹⁹ Там же.

неким противоречием: «научное творчество требует не только освоения прежних знаний, но и способности в какой-то мере преодолеть, т. е. отвергнуть их»²⁰⁰.

Дальнейшее рассмотрение структур коммуникации, охватывающих как всю науку, так и специфические группы, сформированные в различных специальностях, обнаруживает наличие «небольших активных сплоченных групп теоретиков, деятельность которых предопределяет, а во многих случаях и вызывает крупные успехи в направлении исследований той дисциплины, к которой принадлежит группа»²⁰¹. Такие группы встречаются в разных дисциплинах в разные периоды времени и в разных типах исследований. Рассмотрим формирование группы по магнитному резонансу под руководством Р. З. Сагдеева в ИХКиГ с точки зрения теории формирования исследовательских групп и изменений в научном мышлении (по Гриффиту и Маллинзу)²⁰². Согласно предлагаемой теории, модель развития группы проходит четыре стадии, каждой из которых соответствуют определённые социальные и интеллектуальные характеристики, допускающие эмпирическое описание. Остановимся коротко на этих стадиях.

Первая стадия – норма. Характерная черта – недостаток координированных усилий при решении конкретных проблем. Организация в публикациях и социальных отношениях незначительна²⁰³. В условиях лаборатории Механизма цепных и радикальных реакций (МЦиРР), возглавляемой Ю. Н. Молиным, эту стадию можно охарактеризовать как работу сотрудников над «Теоретическим и экспериментальным исследованием атомов, свободных радикалов и ионов методом электронного спинового эха», а также другими связанными с этой проблематикой темами согласно научно-исследовательской программе института. Продолжается развитие научной школы «Магнитные и спиновые эффекты в радикальных реакциях» (появившейся в конце 1960-х – 1970-е гг., о чем было подробно написано

²⁰⁰ Салямон Л.С. Указ. соч. С. 184.

²⁰¹ Маллинз Н. Модель развития теоретических групп в социологии // Научная деятельность, структуры и институты. М., 1980. С. 257-258.

²⁰² Маллинз Н. Указ. соч. С. 258-282.

²⁰³ Там же. С. 262-263.

в предыдущем разделе). Сотрудники лаборатории участвуют в семинарах и конференциях по парамагнитному резонансу, Р. З. Сагдеев принимает активное участие в работе Всесоюзной школы по ЯМР высокого разрешения. Разработан и подготовлен к производству новый радиоспектроскопический прибор – релаксометр ЭПР – предназначенный измерять времена релаксации ЭПР методом спинового эха. Небольшая серия приборов такого назначения была изготовлена впервые в практике научного приборостроения.

Вторая стадия – сеть. Она связана с появлением одного или нескольких значительных интеллектуальных событий, выделением общей экспертной группы, часто неформальными отношениями²⁰⁴. Применительно к нашему сценарию к началу 1970-х гг. организована лаборатория Химия и физика свободных радикалов (ХФСР) из группы сотрудников, выделенных из состава лаборатории МЦиРР, и на её основе²⁰⁵. Возглавил новую лабораторию с.н.с. Ю. Д. Цветков. Кроме того из состава лаборатории МЦиРР была выделена Теоретическая группа при дирекции ИХКиГ, научным руководителем группы был назначен старший научный сотрудник А. И. Бурштейн. Одними из лучших проектов института признаны работы: Р. З. Сагдеева, П. В. Счастнева, Ю. Н. Молина «Экспериментальные исследования и теоретические методы расчета СТВ в парамагнитных соединениях и свободных радикалах» и «Исследование комплексов свободных радикалов с переходными металлами методом магнитного резонанса» Р. З. Сагдеева и Ю. Н. Молина, а также совместная монография К. М. Салихова и А. И. Бурштейна «Введение в теорию химических реакций». В Румынии в августе 1970 г. прошёл XVI Амперовский коллоквиум, в работе которого приняли участие Ю. Н. Молин и К. М. Салихов. В марте этого же года в Казани состоялась защита диссертации Р. З. Сагдеевым на соискание степени кандидата физико-математических наук. После 15-летнего руководства ИХКиГ ушёл с поста директора член-корреспондент А. А. Ковальский, а 21 ноября 1971 г.

²⁰⁴ Маллинз Н. Указ. соч. С. 263-265.

²⁰⁵ Институт химической кинетики и горения: хроника. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum> (дата обращения 09.10.2015).

исполняющим обязанности директора института назначен доктор химических наук Ю. Н. Молин. После этого Ю. Н. Молин всё ещё оставался официальным руководителем лаборатории МЦиРР, однако часть её научного коллектива начала фактически сплачиваться вокруг молодого неформального лидера Р. З. Сагдеева. Кроме того, его работа «Изучение химически индуцированной динамической поляризации ядер в реакции замещения фенилгалогенов с нуклеофильными реагентами» была признана в институте одной из лучших в 1971 г.²⁰⁶

Формирование будущей группы ЯМР постепенно переходило к третьей стадии своего развития – сплочённой группе. На этой стадии коммуникация наиболее ограничена рамками группы, происходит первый этап институционализации на основе отношений коллегиальности и «учитель – ученик», совокупность проблем определяется научно-исследовательской программой²⁰⁷. Дальнейшие несколько лет вплоть до 1977 г. основные направления работы в группе представляли широкий комплекс исследований в области парамагнитных соединений, на основании которых был сделан ряд фундаментальных обобщений о механизмах сверхтонких взаимодействий в изученных системах. Коллектив сотрудников под руководством Р. З. Сагдеева обнаружил и исследовал два новых явления – влияние магнитных полей на радикальные реакции в растворах и магнитный изотопный эффект. К концу 1970-х гг. разработан ряд новых методов регистрации химической поляризации ядер в слабых магнитных полях и обнаружен процесс, в котором наблюдаются аномальные по величине коэффициенты усиления ХПЯ. Результаты проведённых исследований обобщались в обзорных статьях и монографиях, некоторые из них приведены в обзоре литературы к настоящему исследованию²⁰⁸. Также была намечена программа дальнейших научных исследований, которая включала

²⁰⁶ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 252, 253; Институт химической кинетики ... [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum> (дата обращения 09.10.2015).

²⁰⁷ Маллинз Н. Модель развития теоретических групп в социологии ... С. 265-268.

²⁰⁸ Бучаченко А. Л. и др. Магнитные и спиновые эффекты ... ; Сагдеев Р. З. и др. Влияние магнитного поля на процессы ... ; Магнитные эффекты и изотопные эффекты нового типа в химических реакциях / Сагдеев Р. З., Лешина Т. В., Салихов К. М., Молин Ю. Н. // Фундаментальные исследования. Химические науки: сб. ст. Новосибирск, 1977. С. 72-77; и др.

перспективное развитие работ по влиянию магнитного поля на рекомбинацию радикалов и по ХПЯ. Основное внимание уделялось экспериментам с разрешением по времени (в наносекундной шкале), планировались исследования по химической поляризации электронов.

К началу 1980-х гг. в группе было защищено три кандидатских диссертации и одна докторская, были подготовлены и планировались к защите ещё три кандидатских диссертации. Это стало непосредственным шагом к следующему четвёртому этапу формирования научной группы – специальности или дисциплине – решающему аспекту институционализации, предполагающему трудоустройство подготовленных по этой специальности исследователей путём создания новых или переориентацией старых должностей, создание журналов, учреждение кафедр²⁰⁹.

Образование любой социальной группы и научной группы в частности опирается прежде всего на коммуникации, которые являются наиболее важным аспектом её развития. Как правило, структура коммуникации базируется на деятельности признанных экспертов, т. е. практически каждый продуктивный исследователь имеет определённый круг экспертов, обладающих его доверием и выступающих «в роли дружеских критиков его работы». Научная коммуникация может быть представлена в виде структуры²¹⁰. Отношения между учёными в любой точке в рамках этой общей структуры постоянно видоизменяются. Разные стадии и формы коммуникации могут существовать одновременно в различных местах сети. Таких сетей и групп в организационных рамках даже одного научного учреждения может быть несколько. На рисунке 1 показаны характеристики (идеальная форма) социальных отношений, упомянутых стадий образования группы, которые всегда встроены в общую структуру научной коммуникации.

²⁰⁹ Маллинз Н. Указ. соч. С. 268-270.

²¹⁰ Там же. С. 258-259.

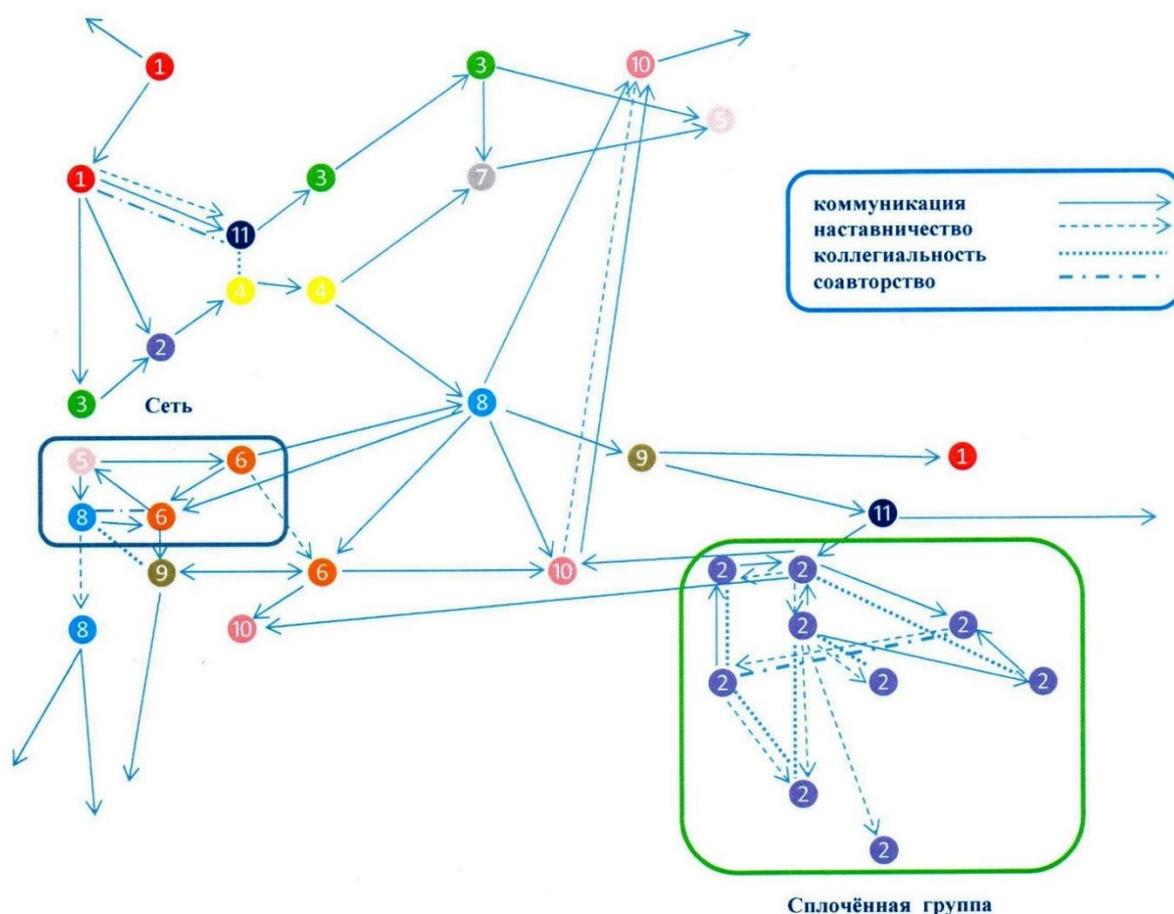


Рисунок 1 – Структура коммуникаций в науке (идеальный тип). Цифры в кружках обозначают определённые специальности.

Четыре типа линий обозначают связи между учёными и общей структурой научной коммуникации, каждая из них фиксирует тип социальных отношений, постоянно встречающийся в науке. Первый тип отношений – коммуникация – это серьёзное обсуждение текущих исследований. Второй тип – наставничество – «учитель» руководит подготовкой «ученика». К третьему типу связей относится коллегиальность – два учёных работают в одной исследовательской группе, лаборатории и т. п. И, наконец, четвёртый тип – соавторство – ассоциация, которая состоит из двух или более учёных, работающих вместе по той или иной тематике, и сообщающих о результатах исследований²¹¹. Большинство учёных, участвующих в совместных исследованиях, связаны одним или несколькими типами этих

²¹¹ Маллинз Н. Указ. соч. С. 259-260, 262-270.

отношений. Н. Маллинз отмечает: «Коммуникационная сеть с точки зрения любого индивидуального учёного ограничена горизонтом его собственных контактов с другими учёными, и в поле его зрения попадает лишь небольшое число людей, интересы которых связаны с его собственными»²¹². Формирование связей, образующих общую структуру коммуникации, или их разрыв процесс непрерывный. Стадии сетей могут быть краткими или более продолжительными, концентрируя внимание нескольких учёных на определённой области проблем. Коллегиальные отношения могут продолжаться не более года, а иногда сохраняются на весь период научной карьеры. (Так, коллегиальные отношения Ю. Н. Молина и Ю. Д. Цветкова начались еще в Москве в МФТИ и продолжаются до настоящего времени). Следует также отметить, что динамика развития определённой стадии образования групп не является величиной постоянной, неизменной и необходимой, они могут перекрываться, продолжая функционировать тогда, когда уже определены аспекты новой, либо сменять одна другую в естественном ходе событий, не исключено и исчезновение группы на любом из этих этапов²¹³.

Институционализация нового направления в ИХКиГ имела позитивную динамику и вышла на качественно новый уровень. 16 декабря 1977 г. состоялось заседание Учёного совета ИХКиГ, на котором Р.З. Сагдеев выступил с докладом «Магнитные и изотопные эффекты в реакциях свободных радикалов и возбуждённых состояний». В докладе были рассмотрены основные итоги работы группы ЯМР и намечены перспективы её развития. Учёный совет одобрил деятельность группы и, сочтя целесообразным дальнейшее развитие работ в области ЯМР, рекомендовал дирекции института создать на основе этой группы лабораторию Магнитных явлений (ЛМЯ)²¹⁴.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что согласно теории образования научно-исследовательских групп к концу 1970-х гг. лаборатория

²¹² Гриффит Б. Ч., Миллер А. Дж. Сети неформальных коммуникаций среди продуктивных учёных // Коммуникация в современной науке. М., 1978. С. 158.

²¹³ Маллинз Н. Указ. соч. С.261-262.

²¹⁴ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 10-12.

Магнитных явлений обладала определённым набором характеристик, выявленных эмпирически. Теоретическая ориентация отошла от материнской дисциплины, направляемая интеллектуальным лидером лаборатории – Р. З. Сагдеевым. (Здесь имеются в виду различия и преемственность ЯМР и ЭПР направлений в Лаборатории механизма цепных и радикальных реакций под руководством Ю. Н. Молина). «Р. З. Сагдеев одним из первых начал заниматься исследованиями в новой области магнитных и спиновых эффектов в химических реакциях. Он был увлечён наукой и всегда нетерпелив настолько, что после обсуждения какой-либо очередной идеи, ему хотелось сразу и быстро её проверить, увидеть экспериментальный спектр, получить интересные спиновые эффекты, яркие результаты. Он мог очень просто объяснить достаточно сложные явления, но научную задачу ставил всегда в самом общем виде, не детализируя, так, чтобы вся инициатива по реализации идеи оставалась у исполнителя»²¹⁵.

Программа дальнейшего развития работ в области ЯМР опиралась на интеллектуальные успехи всего авторского коллектива вышеназванной группы. К тому моменту она насчитывала по штатному расписанию семь человек, из них пять научных сотрудников (включая руководителя группы со степенью доктора наук, старшего научного сотрудника со степенью кандидата наук, двух младших научных сотрудников с кандидатской степенью, младшего научного сотрудника без степени), научно-технического работника и стажёра-исследователя²¹⁶. Интеллектуальные результаты группы обобщены в статьях и монографиях, защищено три кандидатских диссертации, подготовлены к защите три кандидатских и одна докторская диссертации. Подготовлены заявки на открытия: «Влияние внешних и внутренних магнитных полей на радикальные химические реакции в растворах» и «Способ регистрации спектров ЯМР короткоживущих радикалов в растворе»²¹⁷. По решениям Учёного совета ИХКиГ материалы

²¹⁵ Полон творческих замыслов // Наука в Сибири. 2006. № 47. С. 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?5+398+1> (дата обращения 22.02.2012).

²¹⁶ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 376. Л. 16.

²¹⁷ Научные открытия России. Государственный реестр открытий СССР. Научное открытие «Закономерность радикальных химических реакций» Авторы: А. Л. Бучаченко,

направлены в Государственный Комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий²¹⁸.

Подготовка студентов для продолжения исследовательской программы стала одной из приоритетных задач лаборатории Магнитных явлений, включающей обучение и специализацию на кафедре химической физики НГУ. Хорошее знание основ ЯМР- спектроскопии, а также различных приложений этого метода являлось предпосылкой для успешной научно-исследовательской деятельности.

Продолжилось формирование и рост самосознания развивающейся группы под руководством «социоорганизационного» лидера. В этом проявилась ещё одно качество Р. З. Сагдеева – талант организатора. Концентрация на главном в любой проблеме и максимально быстрая реализация этого главного в практику – одна из значимых способностей учёного. Коллеги отмечают вдохновляющий энтузиазм своего руководителя, его увлеченность тем, что Сагдеев считал особенно важным и что всегда помогало работе научного коллектива. В совершенно непреодолимых и неразрешимых ситуациях он проявлял себя как настоящий лидер, беря всю меру ответственности за ситуацию, что укрепляло психологический климат в группе.

В 1986 г. ИХКиГ включил в перечень научных тематик новое направление – фундаментальные работы по развитию ЯМР- томографии и её медицинских приложений²¹⁹. Интенсивное развитие и применение метода ЯМР- томографии на Западе шло уже полным ходом и стало своеобразным «пусковым механизмом» к исследованиям в этой области в нашей стране. Начиналась их практическая реализация. Таким образом, институционализация нового направления МР- спектроскопии, а в дальнейшем и МР- томографии, в ИХКиГ СО АН СССР / СО РАН оказалась успешной и своевременной.

Э. М. Галимов, Т. В. Лешина, Ю. Н. Молин. Р. З. Сагдеев. Номер открытия и дата приоритета: № 300 с приоритетом по двум датам – от 25 октября 1972 г. в части обнаружения зависимости скорости взаимодействия радикалов от магнитных моментов ядер и 17 декабря 1975 г. в части обнаружения перераспределения изотопов в продуктах реакций. Заявка: № ОТ-10003 от 15 февраля 1979 г. Дата регистрации: 11 марта 1985 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://ross-nauka.narod.ru/05/05-300.html> (дата обращения 04.08.2013).

²¹⁸ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 402. Л. 10-20.

²¹⁹ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 567. Л. 59-60.

1.3. Формирование Международного томографического центра (МТЦ) СО РАН: социально-экономические и научно-организационные предпосылки

Региональная политика середины прошлого столетия и, главным образом, создание крупнейшего территориального научного комплекса Академии наук на востоке страны, являли собой беспрецедентные усилия государства по наращиванию научного потенциала, СССР стремился занять прочные позиции среди лидеров мирового научно-технического прогресса. Наращивание научного потенциала, увеличение масштабов практического использования результатов научно-технической деятельности позволяли надеяться на сглаживание проявившихся к этому времени симптомов кризиса экономической и социально-институциональной модели советского общества²²⁰. Однако к концу 1970-х гг. негативные тенденции всё больше начинали проявляться и в развитии науки. Эффективность научного поиска существенно снижалась из-за «ведомственной разобщенности, отсутствия экономических стимулов, жёсткой централизации процесса принятия и реализации решений, авторитарных способов определения истины и т. п.»²²¹ Механизм взаимодействия науки с материальным производством и системой образования зачастую работал крайне неэффективно, что в целом «отрицательно сказывалось на инновационном процессе, вело к отставанию в технико-технологическом отношении от уровня передовых стран»²²².

К началу 1980-х гг. материальная ситуация в науке значительно ухудшилась: финансирование всё в большей степени шло «по остаточному принципу». Однако это касалось только гражданской науки, оборонно-промышленный комплекс

²²⁰ «Россия на рубеже веков: выбор пути». Отечественная наука как фактор национальной безопасности. / Теоретико-методологический семинар. / Доклад Водичева Е. Г. на теоретико-методологическом семинаре. // Стенограмма семинара. Вып. 2. Екатеринбург, 1999. С. 11-13; см. также: РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... ; Артёмов Е. Т. Историография организации академической науки в Сибири ... С. 111-121.

²²¹ «Россия на рубеже веков ... С. 13; см. также: Артёмов Е. Т. Научно-техническая политика в советской модели ... 2006. 256 с.

²²² «Россия на рубеже веков ... С. 13; см. также: Лебедев В. Э. Научно-техническая политика региона: опыт формирования и реализации (1956-1985). Свердловск, 1991. 216 с.; Лахтин Г. А. Организация советской науки: история и современность. М., 1990. 217 с.

оставался неприкасаемым. Темпы прироста кадров упали в несколько раз, динамика затрат снизилась по мере замедления темпов прироста национального дохода; систематически не выполнялись планы строительства объектов науки, отставало развитие научного приборостроения. Происходило заметное постарение главных компонентов научного потенциала – кадров, приборов, оборудования, и, как следствие, снижение уровня научных исследований. В середине 1980-х гг. это подтолкнуло руководство страны взять курс на качественное обновление отечественного научного потенциала, что подразумевало преобразование всего хозяйственного механизма и рассматривалось как важнейшая предпосылка резкого ускорения социально-экономического развития²²³.

Первоочередные меры по повышению эффективности научной деятельности предусматривали определение новых приоритетов по направлениям научного поиска, необходима была интенсификация этого процесса, а также требовалось дополнительное стимулирование, связанное с внедрением результатов исследований в народное хозяйство²²⁴. Формирование общегосударственных программ по важнейшим направлениям научно-технического прогресса должно было стать приоритетным аспектом выбранного курса. Усиление хозрасчётных начал в деятельности научных учреждений, создание межотраслевых научно-технических комплексов, укрепление материальной базы исследований, повышение заинтересованности научных работников в результатах своего труда, демократизация внутринаучных отношений, усовершенствование организационной структуры науки – такая стратегия декларировалась не только в

²²³ Наука в экономической структуре народного хозяйства. М., 1990. 192 с.; Зуев В. Е. История создания и развития академической науки в Томске. Новосибирск, 1999. 77 с.; Куперштох Н. А. Организация Новосибирского научного центра СО АН СССР: формирование сети институтов и кадрового состава // Социокультурное развитие Сибири XVII-XX вв. Бахруш. чтения 1996 г. Межвуз. Сб. науч. тр. Новосибирск, 1998. С. 144-152; Она же. О некоторых тенденциях развития Томского научно-образовательного центра // Философские науки. 2002. № 1. С. 81-103.

²²⁴ Там же; см. также: О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций в ускорении использования в народном хозяйстве достижений науки и техники: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 760 от 24 сентября 1968 г. // Справочник партийного работника. М., 1969. Вып. 9. С. 257-283; НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 862, 869, 946, 1071, 1140, 1141, 1240, 1343, 1617, 1770.

общегосударственном масштабе, но и на региональном уровне в рамках Сибирского отделения²²⁵. Однако, реализация этих проектировок существенно отклонилась от намеченных планов развития.

Конец 1970-х – первая половина 1980-х гг. были непростым временем для Сибирского отделения. С одной стороны, на начало 1980-х гг. приходится пик стагнации советской экономической системы, частью которой являлась наука. С другой стороны, всё отчётливее начинают проявляться и негативные тенденции в развитии самого Отделения, в результате научному центру нужно было доказывать свою жизнеспособность²²⁶. Институтам была предложена «сильная, а то и непосильная динамика. Она была связана с неуёмным характером нового председателя Отделения Г. И. Марчука... с увеличением доли ориентированных на «оборонку» фундаментальных и прикладных разработок»²²⁷.

Предпринятые в Сибирском регионе усилия по формированию механизмов региональной координации НИОКР также относятся к этому периоду. В 1978 г. была инициирована программа «Сибирь» – долгосрочная научно-исследовательская и координационная программа, направленная на комплексное изучение и использование ресурсного потенциала Сибирского региона²²⁸.

Программа увязывала в единую систему различные области науки, усиливая акценты на межотраслевые исследования, их цели и возможные результаты, ориентированные на рациональное использование природных ресурсов без нанесения ущерба окружающей среде, а также на сочетание общесоюзных интересов с региональными²²⁹. Однако экономический хаос начала 1990-х гг., вызванный кризисом власти и управления, резкое снижение финансирования – всё

²²⁵ Эпоха Коптюга. Новосибирск, 2001. 589 с.; РАН. Сибирское отделение: Стратегия лидеров. 2007. 542 с.

²²⁶ Водичев Е. Г., Узбекова Ю. И. Развитие академической науки в Сибири: историографический очерк // Сб. науч. тр.: Советская региональная культурная политика: проблемы изучения. Новосибирск, 2004. С. 134.

²²⁷ Жить в городе у озера // Из воспоминаний Миндолина В. А. // Городок.ru. Новосибирск, 2003. С. 385.

²²⁸ Трофимук А. А. Программа «Сибирь»: задачи и стратегия. Новосибирск, 2007. С. 233-245; Водичев Е. Г. Стратегия развития науки ... С. 141-142; НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 1256. Л. 1-22.

²²⁹ Там же.

это привело к значительному сокращению масштабов работ по программе «Сибирь», а затем и её фактическому прекращению.

В марте 1980 г. Председателем СО АН СССР стал академик В. А. Коптюг, возглавлявший отделение до 1997 г. Он «уделял особое внимание проведению в жизнь стратегии опережающего развития фундаментальных исследований и поддержке направлений, составляющих основу научно-технического прогресса»²³⁰. Одной из плодотворных идей В. А. Коптюга явилось создание международных научных центров (МНЦ) на базе ведущих сибирских институтов²³¹.

Важной особенностью Сибирского отделения с первых дней его основания стала открытость для международного научного сообщества, позволившая быстро завоевать авторитет в международных научных кругах. «Результатом этого стало быстрое развитие международных коммуникаций научных учреждений и интеграция в систему международного сотрудничества»²³². В то же время, оно проходило в рамках традиционных для академической науки форм: международные конференции, обмен специалистами, чтение лекций, стажировки молодых учёных и т. п.

Идея создания международных исследовательских центров на территории Сибири для объединения усилий учёных разных стран в рамках исследовательских проектов по актуальным направлениям современной науки появилась у В. А. Коптюга в конце 1980-х гг.²³³ Стоит отметить, что вплоть до 1993 г. формирование международных научных центров на основе добровольного участия отечественных и иностранных научных и государственных организаций,

²³⁰ РАН. Сибирское отделение: Исторический очерк ... С. 226-228.

²³¹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. Международные центры в Сибири. Презентация центров Сибири в Москве. Там же. Д. 569. 14 исследовательских МЦ Сибири, созданных на базе НИИ СО РАН.

²³² Водичев Е. Г. Формирование и развитие международных связей академической науки в Сибири // Экономическое и социокультурное взаимодействие. Новосибирск, 1990. С. 155-156; Аблажей Н. Н. и др. Экономические и социокультурные взаимодействия ... С. 155-156.

²³³ Ермиков В. Д. Международные научные центры в Сибири // Науковедение. 2001. № 3. С. 40-47.

являющихся соучредителями и инвесторами этих центров, осуществлялось в рамках программы «Сибирь»²³⁴.

Выступая на заседании Научного комитета НАТО в Брюсселе 30 сентября 1993 г., В. А. Коптюг дал краткую оценку долгосрочного сотрудничества в приоритетных областях фундаментальных и прикладных исследований с точки зрения равноправного партнёрства, приводя в пример создание международных центров в Сибири: «Без сомнения, судьба каждого отдельного учёного очень важна, но судьба передовых научных школ не менее важна для мировой науки. Чтобы привлечь научные школы к более активному участию в международном сотрудничестве и обеспечить мультидисциплинарный характер такого сотрудничества, два года назад Президиум Сибирского отделения РАН начал работу над программой создания международных научных центров в Сибири. Мы организовали 15 таких центров, и некоторые из них уже успешно действуют как «открытые» международные лаборатории, где учёные разных стран могут работать вместе с российскими учёными, используя уникальные возможности ряда институтов СО РАН. Мы считаем, что эти центры можно рассматривать как элементы распределённой инфраструктуры, способствующей интеграции мировой науки»²³⁵.

Развитие этого полномасштабного проекта было обусловлено рядом обстоятельств:

- большинство институтов Сибирского отделения АН СССР достигли такого уровня исследований, который выводил их на лидирующие позиции по отдельным направлениям мировой науки (Институт химической кинетики и горения входил в их число);

²³⁴ Межрегиональная научно-техническая программа "СИБИРЬ" [Электронный ресурс]. URL: http://www.nsc.ru/win/sbras/pr_sib/ (дата обращения 24.02.2014).

²³⁵ Коптюг В. А. Научное сотрудничество российской академической науки с организациями западных стран // РАН. Сибирское отделение: Стратегия лидеров. Новосибирск, 2007. С. 336-343.

- в ряде институтов научные исследования проводились на установках национального масштаба, работа на которых могла быть привлекательна также для иностранных учёных;

- логика исследований уникальных природных объектов на территории Сибири (вечная мерзлота, озеро Байкал, бореальные леса и некоторые другие) требовала привлечения современных методов и технологий, которые не всегда были в арсенале сибирских учёных;

- положительный опыт подобного международного сотрудничества уже имелся к тому времени в Сибирском отделении (Институт ядерной физики, центр синхротронного излучения, Институт катализа по испытанию и сертификации катализаторов)²³⁶.

В. А. Коптюг взялся за реализацию идеи «с присущей ему обстоятельностью», полагая, что фокус деятельности международных центров будет направлен на исследования наиболее значимых природных комплексов Сибири (Байкал, Алтай и др.) или перспективные технологические объекты и направления (синхротронное излучение, исследование и тестирование катализаторов, явления магнитного резонанса и его приложения и др.)²³⁷.

Первый опыт в создании подобных центров был получен на основе формирования и развития Байкальского международного центра экологических исследований. В начале 1988 г. Сибирское отделение обратилось в Совет Министров СССР с инициативой создания международного центра на озере Байкал, используя в качестве базы Лимнологический институт в Иркутске. К тому времени в Институте были налажены широкие международные контакты по изучению уникального озера. Это предложение было проработано и поддержано Президиумом АН СССР. Государственный комитет Совета Министров СССР по

²³⁶ Ермиков В. Д. Международные научные центры ... С. 40-47. См. также: ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. Международные центры в Сибири. Презентация центров Сибири в Москве. Там же. Д. 569. 14 исследовательских МЦ Сибири, созданных на базе НИИ СО РАН.

²³⁷ Ермиков В. Д. Указ. соч. С. 41. См. также: ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. Д. 569.

науке и технике (ГКНТ СССР), Госкомприроды СССР и Совет Министров РСФСР одобрили данную инициативу и способствовали её реализации²³⁸.

Сибирское отделение со своей стороны провело зондирование отношения международного научного сообщества к предложению о создании Центра на Байкале. Эксперты ООН и Международного совета научных союзов (ИКСУ) проявили живой интерес к предложению участвовать в совместных исследованиях. В октябре 1989 г. в Иркутске состоялось рабочее совещание с представителями научных сообществ ряда стран (СССР, Великобритании, Бельгии, Канады, Китая, США и ФРГ). Учёные обсудили проект устава Центра и подписали протокол о намерениях, договорившись о целесообразности проведения учредительной конференции в 1990 г. Также было оговорено, что для укрепления материальной базы будущего Центра учёным необходимо проработать с правительствами своих стран вопрос о выделении средств на внесение учредительского взноса²³⁹.

Одновременно с созданием Международного центра на Байкале велась работа по организации других МНЦ на территории Сибири. В Постановлении²⁴⁰ Совета Министров СССР от 26 мая 1990 г. «О развитии Сибирского отделения Академии наук СССР на период до 2000 года» формулировалось следующее: «Принять предложение Сибирского отделения Академии наук СССР о создании на базе институтов, занимающих передовые позиции в мировой науке: Байкальского международного центра экологических исследований в Иркутске, Международного центра по замкнутым экосистемам в Красноярске, Международного центра томографических исследований в Новосибирске, а также центра по солнечно-земной физике на базе научных учреждений, расположенных в Иркутске и Якутске»²⁴¹.

²³⁸ Ермиков В. Д. Указ. соч. С. 41; см. также: ДФ В.А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. Д. 569.

²³⁹ Там же.

²⁴⁰ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. Международный центр томографии. Документы 1989-1991гг. См.: Постановление Совета Министров СССР № 525 от 26 мая 1990 г., Москва, Кремль «О развитии Сибирского отделения Академии наук СССР на период до 2000 года».

²⁴¹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417.

Рекомендации Правительства для Совета Министров РСФСР и Сибирского отделения включали ряд мер, предполагающих оснащение указанных центров современным научно-исследовательским оборудованием и создание необходимых социально-бытовых условий для привлечения исследователей из числа наиболее квалифицированных отечественных и зарубежных учёных, а также иных специалистов для участия в проектах этих центров. Вопросы, требующие решения Правительства СССР, должны были согласовываться через внесение предложений в Совет Министров СССР²⁴².

Поручение Совета Министров СССР было выполнено. Часть иностранных правительств через научные фонды и организации (государственные и частные фирмы) поддержало научные исследовательские проекты, в результате чего 3 декабря 1990 г. в Иркутске был торжественно открыт Байкальский международный центр экологических исследований (BICER)²⁴³.

Создание Байкальского центра позволило отработать концепцию международных научных центров и приобрести необходимый научно-организационный опыт. Другие международные исследовательские центры создавались по схожим принципам на базе ведущих институтов Сибирского отделения. В основу их деятельности легли фундаментальные положения, определенные при формировании Байкальского центра – BICER. Одним из таких центров, но уже в сфере разработки передовых технологических направлений, как раз и стал Международный томографический центр СО АН СССР (СО РАН).

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является методом отображения, который используется для получения высококачественных изображений органов тела человека с помощью специальных медицинских установок. В его основе лежат принципы ЯМР – спектроскопического метода, используемого для получения сведений о физических и химических свойствах молекул.

Интерес к томографии в СССР возник в 1980-х гг. Направление развивалось настолько быстро, что уже к концу десятилетия были проведены 4 всесоюзных

²⁴² ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417.

²⁴³ Ермиков В. Д. Международные научные центры ... С. 42.

симпозиума по вычислительной томографии (Новосибирск, 1983 г.; Куйбышев, 1985 г.; Киев, 1987 г.; Ташкент, 1989 г.) и 5-й в 1991 г. в Звенигороде²⁴⁴. В конце 1985 г. в соответствии с пожеланиями участников конференции в Куйбышеве (ныне Самара) был создан научный совет по проблеме «Томография» при ГКНТ Совета Министров СССР. Председателем совета был назначен сотрудник СО АН СССР академик М. М. Лаврентьев²⁴⁵. Кроме М. М. Лаврентьева, в состав вошли такие представители российской науки, занимавшиеся методами вычислительной томографии и физическими экспериментами, как О. В. Филонин, В. В. Пикалов, В. Р. Кирейтов и Н. Г. Преображенский, а также «учёные из союзных республик, всего около 15 человек... Совет собирался 2, 3 раза в год в госкомитете, решались самые различные вопросы: от помощи в издании монографий, проведения конференций, семинаров и пр., до помощи конкретным научным организациям по развитию и созданию отечественных томографических систем, помогали ВУЗам по развитию работ в области обратных задач и т. д.»²⁴⁶.

По словам М. М. Лаврентьева, «...работа конференций и научного совета... показала, что в нашей стране работы по томографии ведутся во многих организациях в основном маленькими группами с целью решения разнообразных конкретных задач. По мнению совета работам по томографии в нашей стране внимания уделяется совершенно недостаточно. Для того, чтобы преодолеть наше отставание в томографии, нужно уделять этому направлению не меньше внимания, чем например, вычислительной технике»²⁴⁷. Отмечает М. М. Лаврентьев и тот факт, что в промышленности, как и в медицине, «в настоящее время наиболее широко используются рентгеновские, ультразвуковые и эмиссионные томографы».

²⁴⁴ Лаврентьев М. М., Кирейтов В. Р., Пикалов В. В., Преображенский Н. Р. Проблемы физической томографии. Новосибирск, 1985. 138 с.

²⁴⁵ *Лаврентьев Михаил Михайлович (21.07.1932 – 16.07.2010) – специалист в области математической физики, академик АН СССР с 1981 г.* Лаврентьев Михаил Михайлович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 152-153.

²⁴⁶ Воспоминания О. В. Филониной // Личный архив автора, 2013.

²⁴⁷ Открытый архив СО РАН. Фонд М. М. Лаврентьева. Лаврентьев М. М. рукопись статьи «Томография». (*орфография и стилистика автора сохранены*) [Электронный ресурс]. URL: duh.iis.nsk.su/openarchive/portrait.cshhtml?id=xu_kray_634993802507080078_1739 (дата обращения 17.03.2014).

Хотя «по мнению многих специалистов наиболее перспективными являются ЯМР томографы, основанные на явлении ядерного магнитного резонанса. В отличие от рентгеновских эти томографы не имеют противопоказаний»²⁴⁸.

Организация МТЦ в СО АН СССР / РАН стала прорывом в МР- томографии не только в масштабах Сибирского отделения, но и в стране в целом, повлекшим бурное развитие практических приложений прежде всего в области медицины и здравоохранения. Главной предпосылкой для создания Центра в Новосибирске было широкое развитие исследований по радиоспектроскопии в Институте химической кинетики и горения, а также по математическому аппарату томографии в институтах математического профиля и возможность использования для развития метода ЯМР- томографии всего научного потенциала Сибирского отделения Академии наук. Замысел «предприятия» возник в середине 1980-х гг. Часто бывая на международных конференциях, заведующий лабораторией Магнитных явлений ИХКиГ СО АН СССР Р.З. Сагдеев заметил, что «томография собирает большую аудиторию: большие секции посвящают томографии, по 25- 30 выступающих каждый день, а наших докладчиков практически не было, в СССР к таким исследованиям практически ещё не приступали»²⁴⁹. Этот современный метод мог применяться не только в различных областях химической физики, позволяя «посмотреть, как происходят реакции на границе сред: жидкость-газ-твёрдое тело, как смешиваются растворы, как идут волны во время колебательных режимов и тому подобное... увидеть процесс диффузии жидкостей и газов, турбулентное и ламинарное течение... измерять потоки и скорости»²⁵⁰, но и в биологии и медицине. Томография как мощный междисциплинарный метод удачно вписывалась в исследовательскую тематику ИХКиГ того периода.

Как уже отмечалось (раздел 1.2.), в 1986 г. по предложению Р. З. Сагдеева Учёный совет ИХКиГ включил в план научных исследований новое направление – ЯМР- томографию. Директор Ю. Н. Молин активно поддержал этот вектор

²⁴⁸ Открытый архив СО РАН. Фонд М. М. Лаврентьева. Лаврентьев М. М. рукопись статьи «Томография» ...

²⁴⁹ Институт, который построил Сагдеев ... С. 6.

²⁵⁰ Там же.

развития научных тематик института. С целью продвижения этой инициативы в Новосибирске 20-26 сентября 1987 г. на базе ИХКиГ прошла X-я школа по магнитному резонансу. Организаторами мероприятия выступали Академия наук СССР и её Сибирское отделение. В соответствии с планом мероприятий европейской ассоциации учёных АМПЕРЕ (AMPERE, Atomes et Molécules Par Études Radio-Électriques), занимающихся исследованиями в области магнитного резонанса и смежных проблем, она стала очередной международной IX летней Школой АМПЕРЕ. Тематики Школы включали 14 научных направлений и давали представление «о состоянии и путях прогресса теории методического арсенала и приложений магнитного резонанса»²⁵¹. Выставки научных приборов японских фирм Токио Бозки и Джеол, и западногерманской фирмы Брукер (Bruker), с демонстрацией ЯМР-приборов: томографа и спектрометров, а также Симпозиум-спутник РИСЕДИ-87 в Шушенском явились логическим продолжением Амперовской школы по магнитному резонансу²⁵².

Решение о создании Новосибирского Центра по медицинской ЯМР- томографии западногерманской фирмой Брукер и Сибирским отделением Академии наук – один из важнейших практических результатов выставки научного оборудования зарубежных фирм, проходившей параллельно со Школой²⁵³. В марте 1988 г. согласно Постановлению СО АН СССР «Об организации научно-методического центра по ЯМР-томографии» и в соответствии с соглашением между фирмой Брукер (ФРГ) и Сибирским отделением АН СССР от 18.09.87 Президиумом Сибирского отделения СО АН СССР была одобрена организация Научно-методического центра по томографии (Томографический центр) при ИХКиГ с финансированием отдельной строкой. Кроме того, планово-финансовому отделу предписывалось подготовить предложения по выделению ИХКиГ фонда

²⁵¹ Кессених А. В., Сагдеев Р. З., Скроцкий Г. В. Международная школа по магнитному резонансу (совещания и конференции) // Успехи физических наук. 1989. Т. 157. Вып. 2. С. 361-364.

²⁵² Хроника сороколетия, год 1987. // Наука в Сибири. 1998. № 5-6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/article.phtml?nid=171&id=4> (дата обращения 19.03.2014).

²⁵³ Кессених А. В. и др. Указ. соч. С. 361-364.

заработной платы и общего объёма затрат (целевым назначением для содержания Центра)²⁵⁴. Принятие принципиального решения о создании Центра стало началом пути к формированию организации как самостоятельному институту, оснащённому современным оборудованием и находящемуся на передовой отечественной науки²⁵⁵.

Согласно вышеупомянутому Постановлению Президиума Сибирского отделения в ИХКиГ утвердили положение о научно-методическом центре по ЯМР-Томографии. Приказом по институту от 29 апреля 1988 г. начальником Центра был назначен заместитель директора ИХКиГ по научной работе член-корреспондент Р. З. Сагдеев. На содержание новой структуры направили выделенный Президиумом СО АН СССР целевым назначением фонд заработной платы в размере 11,8 тыс. руб. Приборы Центра – ЯМР-томограф ВМТ-1100 и ЯМР-спектрометр АМ-250, необходимые для работ по томографии и микротомографии *in-vivo*, предполагалось разместить в надстройке энергоблока корпус-модуля Института²⁵⁶. Для этого требовалось произвести строительномонтажные и инженерно-технические работы по достройке энергоблока силами Института согласно проектно-технической документации в пределах фонда заработной платы, выделенного на эти цели. В связи с особой важностью работ по подготовке площадей для размещения уникального оборудования, связанного с внедрением новой техники и инновационных технологий, главному инженеру Института А. А. Трубицину и заместителю директора ИХКиГ по общим вопросам Ю. Д. Корнису было поручено определить состав бригад и организовать их работу по подготовке площадей, монтажу систем и других строительномонтажных мероприятий. После сдачи в эксплуатацию объекта предполагалось произвести премирование работников, членов бригад, занятых на указанных работах, в общем объёме около 14 тыс. руб.²⁵⁷ С целью ускорения ввода здания в эксплуатацию в августе 1988 г. дирекцией Института было решено увеличить фонд заработной

²⁵⁴ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1158. Л. 80.

²⁵⁵ Институт, который построил Сагдеев ... С. 6.

²⁵⁶ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 603.

²⁵⁷ Там же.

платы лаборатории Магнитных явлений на 1,8 тыс. руб., кроме того был увеличен фонд премирования работников-членов бригад. Общий размер премии составил 800 руб.²⁵⁸

17 января 1989 г. состоялось официальное открытие совместного Международного научно-методического центра по ЯМР- томографии, созданного на базе ИХКиГ СО АН СССР и фирмы Брукер. К открытию центра был приурочен научный семинар по проблемам МР- томографии с общим числом участников 100 человек, включая 13 учёных из пяти зарубежных стран. Председателем оргкомитета конференции был утверждён член-корреспондент АН СССР Р. З. Сагдеев. В организации и проведении мероприятия приняли активное участие Институт химической кинетики и горения, Институт катализа, НГУ, Центральная клиническая больница (ЦКБ) СО АН СССР, Президиум и другие учреждения Новосибирского научного центра²⁵⁹.

Программа семинара включала выступления по проблемам развития фундаментальных и прикладных исследований в области ЯМР- томографии и смежных областях. Были представлены доклады по применению новых методик МР- томографии и МР- спектроскопии. Темами научных дискуссий послужили вопросы создания сети диагностических центров для медицинского обследования населения в СССР и примеры их функционирования за рубежом. Поднималась проблема обучения персонала научных и медицинских работников по теории и практике применения ЯМР- томографов и другого биомедицинского оборудования, проведение семинаров и школ по их освоению. Была организована демонстрация приборов фирмы Брукер, в ходе которой обсуждался вопрос совместного производства медицинского и аналитического оборудования с её вице-президентом доктором Уве Айхоффом и другими представителями фирмы. В целом работа семинара способствовала расширению прямых контактов с зарубежными коллегами, показав, что создание подобных международных научных центров даёт возможность привлечь ведущих учёных разных стран,

²⁵⁸ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 603.

²⁵⁹ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1240. Л. 16-20.

объединить финансовые средства и научное оборудование для выполнения совместных научных проектов на взаимовыгодной основе²⁶⁰.

После семинара продолжилась работа по развитию фундаментальных аспектов ЯМР- томографии и её медицинских приложений. Основные направления – изучение возможностей применения ЯМР- микротомографии для решения задач химической физики; исследования в области ЯМР – “in vivo” спектроскопии; развитие новых методов поляризации спинов в химических реакциях и их приложений; изучение нового класса магнитных материалов с целью получения новых контрастных реагентов (для ЯМР- томографии) и молекулярных ферромагнетиков; изучение возможностей ЯМР- томографии для визуализации результатов селективного воздействия различных физических полей; развитие методов клинической диагностики. В сферу деятельности МТЦ были включены вопросы диагностического обследования населения, а также содействие в создании сети медицинских центров томографии в России, СНГ и других странах. На первом этапе планировалось использовать томографическое оборудование поровну для фундаментальных исследований и медицинской диагностики. Однако потребность медицины в этом методе была настолько велика, что очень скоро прибор почти полностью оказался в распоряжении медиков. Обследование пациентов проводилось в течение всей рабочей недели. На фундаментальные исследования в различных направлениях ЯМРТ сотрудникам Центра оставались два выходных дня. В связи с ограниченностью производственных площадей и технических возможностей широкое проведение научных исследований в этом важном и приоритетном направлении оказалось крайне проблематичным.

Для решения указанной проблемы требовалось существенное расширение приборного парка и площадей, предоставление административной, финансовой и юридической самостоятельности Томографическому центру СО АН СССР. Учитывая экономическую ситуацию в стране, связанные с ней трудности в получении плановых валютных средств на приобретение современных приборов

²⁶⁰ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Программа семинара 17.01.89.

для оснащения Центра, Сибирское отделение вело предварительные переговоры с фирмой Брукер и кооперативным банком «Восток» о возможности создания совместного предприятия. Наконец к лету 1989 г. была достигнута договорённость, что вышеназванные организации за счёт вложения собственных валютных средств профинансируют строительство и комплектацию нового здания МТЦ с участием финской фирмы «Полар» (Polar) и польской фирмы «Будимекс» (Budimex). Таким образом, спустя полгода после презентации Научно-методического центра по томографии как отдельного подразделения ИХКиГ в Распоряжении № 15000-585 от 12 июля 1989 г. Президиум Сибирского отделения в лице его Председателя В. А. Коптюга определил создание Международного томографического центра как совместного предприятия СО АН СССР, фирмы Брукер (ФРГ) и банка «Восток» для проведения фундаментальных и прикладных исследований в области ЯМР- томографии²⁶¹. Отмечалось, что «...в этом центре ведутся работы по диагностическому обследованию населения Академгородка и Новосибирска. За истекший период (с января 1989 г.) около 200 пациентов получили полные медицинские заключения, начаты научно-исследовательские работы по развитию ЯМР- томографии.»²⁶² В связи с изложенным директору ИХКиГ академику Ю. Н. Молину предписывалось рассмотреть вопрос о предоставлении Томографическому центру самостоятельности в решении финансовых, организационных и других вопросов, связанных с деятельностью Центра в рамках Института, до момента создания совместного предприятия²⁶³.

Перед директором-организатором Международного томографического центра Р. З. Сагдеевым стояла сложная задача: с участием специалистов аппарата Президиума и Управления делами в кратчайшие сроки было необходимо подготовить проект соглашения и устава МТЦ СО АН СССР как совместного предприятия. Далее требовалась проработка вопросов целевого финансирования фундаментальных и прикладных исследований будущего Центра в Академии наук

²⁶¹ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1277. Л. 104-106.

²⁶² Там же.

²⁶³ Там же.

СССР, ГКНТ СССР и Совете Министров РСФСР, что в условиях нестабильной экономической и политической ситуации в стране было непросто²⁶⁴. Однако бывший председатель СО АН СССР академик Г. И. Марчук, занимавший пост Президента Академии наук СССР, поддержал Р. З. Сагдеева в вопросах выделения средств для начала строительства. Государственный комитет по науке и технике рассмотрел предложения Сибирского отделения об увеличении на 1989 г. объёма финансирования НИОКР из государственного бюджета за счёт резерва ГКНТ. В результате, ИХКиГ для фундаментальных исследований по ЯМР- томографии, а также Лимнологическому институту СО АН СССР на экологические исследования, было выделено 2 млн. руб. на развитие и укрепление материально-технической базы этих научных организаций. Средства были распределены согласно Постановлению ГКНТ СССР от 20 ноября 1989 г.: оба института получили по 1 млн. руб. на IV квартал 1989 г. (без начисления фонда заработной платы)²⁶⁵.

Следующими вопросами на повестке дня были подготовка площадки и устройство коммуникаций для строительства здания МТЦ. Финская фирма «Полар» была готова построить здание «под ключ», однако целый ряд организаций ННЦ также выразил желание оказать содействие в реализации задуманной идеи. Заместителю председателя Отделения В. Д. Набивичу было поручено проработать и предоставить предложения по вопросу участия СО АН СССР в строительстве Центра²⁶⁶. По проектно-сметной документации, подготовленной совместно с ГИПРОНИИ, за период 1990-91 гг. предполагалось выполнить следующие виды работ (таблица 2)²⁶⁷:

²⁶⁴ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1277. Л. 104-106.

²⁶⁵ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Постановление ГКНТ № 660, 20.11.89.

²⁶⁶ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1277. Л. 105.

²⁶⁷ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Работы по проектно-сметной документации за период 1990-91 гг.

Таблица 2 – Работы по проектно-сметной документации за период 1990-91 гг.

Вид работ	Наименование организации (субподрядчика)
подготовка площадки под строительство, завоз и складирование материалов, подводка коммуникаций, монтаж крана, строительство корпуса МТЦ, строительство подстанции, завершение работ по теплотрассе	Кооператив «Фасад»
рытье котлована, поставка щебня	Кооператив «Стимул»
устройство монолитного железобетонного каркаса	Фирма «Будимэкс»
техническое обслуживание оборудования и электроснабжение строительной площадки, охрана объекта	Кооператив «Кенотрон»
производство работ по пристройке к существующему зданию медицинского корпуса МТЦ, отделка пристройки	Кооператив «Рассвет»
проектные работы	ГИПРОНИИ
покупка строительных материалов	
подстанция	«Укрэлектроаппарат»
общестроительные работы по монтажу подвесных панелей, витражей, окон, установка сантехники и вентиляции	МСУ-47
отделка	СУОР САС
монтаж электрических сетей в здании и подстанции	МСУ-78
благоустройство, озеленение и устройство дорог	

Здание Томографического центра строилось в соответствии с протоколом о намерениях между СО АН СССР, фирмой Брукер (ФРГ) и кооперативным банком «Восток», Распоряжением СО АН СССР от 12.07.89 г. и Меморандумом встречи между представителями этих организаций от 16.12.89 г. Для того, чтобы обеспечить его ввод в эксплуатацию в 1991 г., было решено в январе 1990 г. создать при заказчике Дирекцию по строительству объекта, которую возглавил член-корреспондент АН СССР Р. З. Сагдеев²⁶⁸.

Согласно Положению о Дирекции строительства²⁶⁹ совместного Международного томографического центра заказчик («Дирекция») являлся юридическим лицом и распорядителем капитальных вложений, выделяемых на финансирование строительства объекта, а также всех материальных средств и

²⁶⁸ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Протокол о намерениях. Учредительный договор, 05.07.1991; Совместное распоряжение СО АН СССР и банка Восток, 03.01.90.

²⁶⁹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Положение о дирекции строительства совместного «Международного Томографического центра» в г. Новосибирске.

ценностей, учитываемых на балансе капитального строительства. Формирование и расходование средств на строительство должно было осуществляться из:

- паевых взносов учредителей (как в советских рублях, так и в валюте);
- хозяйственной деятельности Центра в рамках ИХКиГ СО АН СССР,

а также других поступлений со счёта «Дирекции строительства Томографического центра», открытого в банке «Восток». После окончания строительства здания и приёмки его госкомиссией предполагалось расформировать Дирекцию по строительству, передав здание на баланс МТЦ. Затраченные средства на строительство здания учитывались пропорционально вкладу как паевые взносы Учредителей совместного Международного Томографического Центра. Общая координация строительства обеспечивалась Президиумом СО АН СССР²⁷⁰.

На время строительства работа МТЦ не прерывалась. Параллельно со строительством нового корпуса продолжалась научно-исследовательская деятельность Центра в области медицинской диагностики. Был реализован ряд принципиально новых методов томографии, позволяющих обнаруживать и измерять потоки крови и цереброспинальной жидкости в организме, что оказалось исключительно важным для нескольких областей медицины, например, таких, как кардиология, онкология и неврология, для определения состояния сердечно-сосудистой системы и ликвородинамики. Успешно разрабатывался метод получения изображений сердца в произвольной фазе цикла сердечной деятельности, позволяющий определять морфологию и функциональное состояние сердечной мышцы. Проводились исследования по получению оптимального контраста ЯМР-изображений на основе измерения релаксационных параметров тканей, позволяющих выявлять структурные изменения внутренних органов, а также диагностировать онкологические заболевания на ранних стадиях. В результате этих методик был создан пакет программ для расчёта времён

²⁷⁰ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Положение о дирекции строительства совместного «Международного Томографического центра» в г. Новосибирске.

релаксации тканей²⁷¹. Также в рамках практического применения МР- томографии проводились плановые обследования пациентов совместно с ЦКБ СО АН СССР.

С целью углубления международного сотрудничества в области экспериментальных исследований МРТ продолжалась практика обмена научными визитами для проведения совместных исследований и обсуждения результатов работ, а также двусторонних семинаров с приглашением ведущих специалистов разных стран. Выступления сотрудников Центра Р. З. Сагдеева, Ю. А. Гришина, Е. Г. Багрянской, А. В. Юрковской, Ю. П. Центаловича, И. В. Коптюга, Н. И. Авдиевича на совместном семинаре в Цюрихском Университете в 1990 г. способствовали признанию их вклада в разработку и применение новых импульсных методов магнитного резонанса для изучения механизмов радикальных реакций. Была достигнута договорённость о регулярном проведении таких совместных семинаров с периодичностью два года. Научные контакты, установленные с ведущими швейцарскими учёными, открывали перспективы проведения совместных экспериментальных исследований. Были организованы обучающие поездки сотрудников Томографического центра (И. В. Мастихин, А. А. Резаков, Г. Е. Сальников, А. А. Савелов) в ФРГ на фирму Брукер с целью заимствования положительного опыта зарубежных исследований и перспективы распространения оригинальных методик, разработанных фирмой-производителем МР-приборов. Таким образом, начало деятельности исследовательского Центра в области томографии состоялось и оказалось успешным²⁷².

Академик В. А. Коптюг, говоря о структурной перестройке организации сложившихся научных центров на заседании Совета Министров СССР в марте 1990 г., отмечал их ориентированность на конечный результат, т. е. на темпы и масштабы передачи научных достижений в народное хозяйство, эффективность их внедрения. Одним из ключевых путей такого революционизирующего производства он считал создание совместных предприятий с зарубежными фирмами и решение финансовых проблем на этом пути, приводя в качестве

²⁷¹ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 2082. Л. 1-25.

²⁷² Там же.

примера некоторые из них: «...советско-западногерманский томографический центр, советско-югославскую фирму «Цета», советско-болгарское объединение «Зонд»...»²⁷³.

Оформление МТЦ как самостоятельного юридического лица состоялось в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 26 мая 1990 г. Уставами МНЦ было определено, что Центры являются добровольными международными неправительственными организациями, открытыми для совместных научно-исследовательских проектов отечественных и зарубежных научных и государственных организаций. Эти организации могли быть членами-учредителями, участниками, реализующими проекты Центра, или наблюдателями, получающими информацию о деятельности Центра. Все эти формулировки в полной мере относились и к МТЦ.

Сибирское отделение одобрило Устав²⁷⁴ «Международного томографического центра» и посчитало целесообразным продолжить в рамках Центра сотрудничество СО АН СССР с западно-германской фирмой Брукер, внесшей вклад в строительство нового здания в размере 1260 тыс. немецких марок. С этой целью был сформирован Научно-консультационный Совет Центра с участием представителей Отделения и фирмы Брукер²⁷⁵. Первоначальный состав Совета включал крупных учёных и руководителей:

- | | | |
|----|---|--------------------|
| 1. | Академик АН СССР В.А. Коптюг | СО АН СССР |
| 2. | Академик АН СССР Г. Лаукен | фирма Брукер (ФРГ) |
| 3. | Академик АН СССР Ю.Н. Молин | СО АН СССР, ИХКиГ |
| 4. | Член-корреспондент АН СССР Р.З. Сагдеев | СО АН СССР, МТЦ |
| 5. | Доктор У. Айхофф | фирма Брукер (ФРГ) |

²⁷³ Коптюг В. А. О дальнейшем развитии Сибирского отделения АН СССР: выступление на заседании Совета Министров СССР, март 1990 г. // РАН. Сибирское отделение: Стратегия лидеров. Новосибирск, 2007. С. 307-314; см. также: Коптюг В. А. Наука спасет человечество. Новосибирск, 1997. С. 46-50; Эпоха Коптюга. С. 425-492.

²⁷⁴ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Устав Международного Томографического Центра от 26.05.1990.

²⁷⁵ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Протокол заседания Совета Учредителей Международного Томографического Центра (МТЦ) (1990 г., точная дата не указана).

Совет собирался один раз в год, в его функции входил отбор и оценка предлагаемых к осуществлению международных проектов, выработка предложений по направлениям деятельности и финансированию Центра.

Ко второй половине 1990 г. была также сформирована структура МТЦ, которая выглядела следующим образом:

1. Лаборатория физико-химических исследований
2. Лаборатория медико-биологических исследований
3. Отдел медицинской диагностики
4. Демонстрационный центр аналитических и медицинских приборов фирмы Брукер
5. Производственный отдел
 - 5.1. Сервисная группа
 - 5.2. Группа обучения
 - 5.3. Группа разработки и сборки научных приборов
6. Экологическая группа
7. Административно-управленческий аппарат²⁷⁶.

К концу 1990 г. в МТЦ перешли все сотрудники Томографического центра при ИХКиГ СО АН СССР согласно штатному расписанию и в установленном трудовым законодательством порядке. В связи с этим Президиумом были скорректированы объёмы затрат, показатели по труду и лимитируемые расходы ИХКиГ. Другим институтам Сибирского отделения АН СССР также разрешалось передавать в МТЦ специалистов с фондом заработной платы, оборудованием и снаряжением. Согласно распоряжению Президиума ИХКиГ передал в МТЦ основные средства (производственные и вспомогательные помещения, оборудование, приборы, аппаратуру, материалы и другие активы и пассивы по состоянию на начало 1991 г.), а также договоры, заключённые Томографическим центром при ИХКиГ СО АН СССР²⁷⁷.

²⁷⁶ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Устав МТЦ от 26.05.1990 с Приложением № 2 по составу Научно-консультационного Совета МТЦ, Приложением № 3 по структуре МТЦ.

²⁷⁷ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1396. Л. 140; Ф. 38. Оп. 1. Д. 639.

Для дальнейшего развития научных исследований и укомплектования новых научных подразделений Сибирское отделение предусмотрело необходимое увеличение лимита численности, фонда заработной платы и предельных ассигнований. В 1991 г. СО РАН выделило средства на капитальное строительство здания МТЦ в размере 3 млн. руб., закрепив за Центром землю с учётом полного завершения строительных работ²⁷⁸.

Становление Международного томографического центра пришлось на кризисные 1990-е гг.: не хватало финансирования, негде было достать необходимые строительные материалы и оборудование, «рабочие руки были на вес золота»²⁷⁹. В создавшейся ситуации в сентябре 1991 г. Группа компаний Брукер-Спектроспин (ГКБС) согласилась с предложением Сибирского отделения войти в состав Совета учредителей МТЦ, доведя свой уставной капитал до 50 %, путём внесения денежных средств или материалов и оборудования. Как упоминалось ранее, взнос в уставной капитал от фирмы Брукер, затраченный на строительство и оснащение МТЦ, к тому моменту составлял 1 млн. 260 тыс. немецких марок, в то время как взнос российских учредителей – 2 млн. 371 тыс. швейцарских франков²⁸⁰.

Этот шаг оказался решающим в процессе институционализации МТЦ, который получил хорошие возможности для развития методов и аппаратуры МРТ для медицинской диагностики и терапии, для аналитических целей и хранения информации. Согласно изменениям, внесённым в Учредительный договор, МТЦ имел право организовывать и проводить все виды коммерческих и производственных операций как внутри страны, так и в международном масштабе для поддержки медицинских, аналитических, технических и научных целей МТЦ

²⁷⁸ НАСО. Ф. 10. Оп. 11. Д. 1396. Л. 140; Ф. 38. Оп. 1. Д. 639.

²⁷⁹ Из воспоминаний инженера МТЦ СО РАН А. А. Резакова; фотоархив // Личный архив автора, 2014; см. также Куперштох Н. А. Очерки о лидерах ... С. 113-114.

²⁸⁰ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Протокол о намерениях от 05.07.1991; Протокол заседания Совета Учредителей Международного Томографического Центра (МТЦ) от 12.09.1991.

и для того, чтобы компенсировать инвестиции обеих сторон (российской и германской)²⁸¹.

Помимо основной деятельности – организации и выполнения исследований и разработок – в сферу активности Центра вошли:

- организация совместных семинаров и специализированных выставок с зарубежными фирмами;
- проведение международных конференций, школ, совещаний;
- перевод научной информации по программам исследований Центра и её распространение;
- подготовка квалифицированных кадров из числа студентов и молодых учёных;
- обучение персонала научных и медицинских работников по теории и практике применения ЯМР- томографии;
- консультирование предприятий по закупкам и использованию оборудования и программного обеспечения;
- разработка и адаптация программных пакетов для Брукер-Спектроспин;
- научно-технические услуги, требующие комплексных многопрофильных работ и др.

Стоимость выполняемых коммерческих услуг регламентировалась договорами, контрактами, соглашениями и другими документами с учётом конъюнктуры и цен на мировом рынке.

Силами сотрудников МТЦ (В. Л. Бизяев, С. А. Калупахин, Б. В. Компаньков, Е. А. Левшакова, И. В. Мастихин, А. А. Резаков, Г. Е. Сальников, А. А. Савелов, А. В. Унт) к началу 2000-х гг. была сформирована сервисная сеть диагностических центров в РФ и странах СНГ. В таблице 3 приведены данные по основным запускам

²⁸¹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Протокол о намерениях от 05.07.1991; Протокол заседания Совета Учредителей Международного Томографического Центра (МТЦ) от 12.09.1991.

МР-томографов фирмы Брукер с последующим годовым сервисным обслуживанием²⁸².

Таблица 3 – Основные запуски МР-томографов фирмы Брукер (конец 1980-х – начало 2000-х гг.)

П.п.	Город	Тип томографа	Сроки запуска
1.	Новосибирск (МТЦ)	R-28	ноябрь 1989 г.
2.	Луганск	R-23	январь – июль 1991 г.
3.	Рязань	S-50	февраль – июль 1993 г.
4.	Брянск	R-23	январь – апрель 1994 г.
5.	Ростов-на-Дону	S-50	июль 1994 г. – январь 1995 г.
6.	Архангельск	R-23	февраль – июль 1995 г.
7.	Москва (О. Шоссе)	S-50	май – август 1996 г.
8.	Новосибирск (МТЦ)	S-50	май – август 1996 г.
9.	Новосибирск (34 БСП)	R-28	весна – лето 1996 г.
10.	Славутич	R-23	сентябрь – ноябрь 1996 г.
11.	Москва (МГУ)	S-50	декабрь 1996 г. – март 1997 г.
12.	Тольятти	R-23	лето 1997 г.
13.	Омск	S-50	декабрь 1997 г. – февраль 1998 г.
14.	Владивосток	PharmaScan	сентябрь – октябрь 2003 г.
15.	Москва (МГУ)	BioSpec 117/16	декабрь 2003 г. – февраль 2004 г.
16.	Новосибирск (ИЦиГ)	BioSpec	ноябрь 2009 г.

Также в 2005 г. (24 октября – 15 декабря) в МТЦ СО РАН представителями концерна Philips (Нидерланды) был установлен и сдан в эксплуатацию высокопольный томограф Achieva Nova Dual с индукцией магнитного поля 1,5 Тл.²⁸³

В мае 1992 г. в Москве под эгидой Министерства науки, высшей школы и технической политики России прошла презентация созданных в Сибири международных исследовательских центров, на которую были приглашены представители зарубежных стран (атташе по науке из посольств), представители зарубежных научных фондов, а также корреспонденты ведущих российских и иностранных средств массовой информации.

²⁸² По материалам инженера МТЦ СО РАН А. А. Резакова; см. также: Материалы МТЦ СО РАН: Отчёты о научной и научно-организационной деятельности за 1991-2003 гг.

²⁸³ Материалы МТЦ СО РАН: Отчёты... 2003-2005 гг.

В программе²⁸⁴ презентаций предусматривались краткие выступления руководителей международных научных центров, выставки-рекламы их достижений²⁸⁵. Эти презентации показали результат успешной реализации программы, определённой Постановлением²⁸⁶ Совета Министров СССР и Распоряжением²⁸⁷ Президента России Б.Н. Ельцина и направленной на формирование «международных исследовательских центров на базе институтов Сибирского отделения АН СССР (РАН), занимающих передовые позиции в мировой науке, в целях широкого привлечения заинтересованных научных организаций зарубежных стран для участия в работе центров в качестве учредителей и участников»²⁸⁸.

Завершающим этапом институционализации МТЦ СО РАН как комплексного научного учреждения стало постановление²⁸⁹ Президиума СО РАН от 2 февраля 1993 г. о ликвидации АО «Дирекция строительства Международного томографического центра» в связи с завершением строительства его комплекса и передачей принадлежащих ему основных фондов (исследовательский корпус, медико-диагностический корпус, электроподстанция, а также складские помещения, коммуникации и др.) в собственность Сибирского отделения.

²⁸⁴ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. Международные центры в Сибири ... См.: Распоряжение Президиума СО РАН № 15000-79 от 17.02.1992 «О презентации международных научных центров в г. Москве».

²⁸⁵ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 569. См. Документы по подготовке презентации.

²⁸⁶ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Постановление Совета Министров СССР № 525 от 26 мая 1990 г., Москва, Кремль «О развитии Сибирского отделения Академии наук СССР на период до 2000 года».

²⁸⁷ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. См. Распоряжение Президента РСФСР № 8-рп от 02.08.1991 «О дополнительных мерах по развитию Сибирского отделения Академии наук СССР»; см. также: Д. 569. Вестник Российского информационного агентства «Новости». 1992 г. Газетные отклики.

²⁸⁸ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. См.: Распоряжение Президиума СО РАН № 15000-79 от 17.02.92 «О презентации международных научных центров в г. Москве».

²⁸⁹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Постановление Президиума № 20 02.02.1993 «Об организации Международного томографического центра при Сибирском отделении РАН», Распоряжение Президиума СО РАН № 15000-51 от 27.01.94 «О создании комиссии для приёмки на баланс зданий МТЦ».

В соответствии с Распоряжением²⁹⁰ Президента Российской Федерации от 3 августа 1991 г. «О мерах по более полному использованию научного потенциала региональных отделений Академии наук СССР» и в целях объединения усилий российских и зарубежных учёных, связанных с исследованиями в области магнитно-резонансной томографии и в смежных науках, СО РАН организовало Международный томографический центр (МТЦ) на базе созданного комплекса как добровольную неправительственную организацию – «открытый институт»²⁹¹. Фундаментальные исследования МТЦ должны были осуществляться под методическим руководством Объединенного учёного Совета СО РАН по химическим наукам и в контакте с Отделением общей и технической химии РАН. Таким образом, дата 2 февраля 1993 г. стала датой образования де-юре Международного томографического центра СО РАН, завершив период институционализации исследований в области ЯМР-спектроскопии и МРТ в Сибирском отделении длиной более чем в полтора десятилетия. В структуре Отделения возникло новое научно-исследовательское учреждение, совмещающее в себе функции научного коллектива, международной лаборатории и медицинского диагностического центра. В Едином государственном реестре предприятий всех форм собственности МТЦ СО РАН получил регистрацию в 1996 г. как некоммерческая организация в форме патнёрства трёх представителей: МТЦ, СО РАН и фирмы Брукер²⁹².

Формирование научных школ в области ЯМР-спектроскопии и томографии в СО АН СССР / СО РАН происходило под влиянием факторов собственно-научного характера (синтез результатов химии, физики и других фундаментальных дисциплин, формирование базисных основ для развития междисциплинарных

²⁹⁰ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. См.: Распоряжение Президента РСФСР № 9-рп от 03.08.1991 «О мерах по более полному использованию научного потенциала региональных отделений Академии наук СССР».

²⁹¹ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Постановление Президиума № 20 от 02.02.1993 «Об организации Международного томографического центра при Сибирском отделении РАН».

²⁹² ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Документы по аккредитации и лицензированию деятельности центра.

исследований и их технологизации) и внешней по отношению к науке совокупности экономических, политических и социальных детерминант, опосредованных научной политикой Сибирского отделения благоприятной для интеграции научных исследований, направленной на развитие межнаучных коммуникаций и международного сотрудничества, а также предоставлением достаточной финансово-хозяйственной самостоятельности МТЦ СО РАН. Процесс институционализации прошел несколько стадий – от появления нового научного направления на стыке спиновой химии и химической физики (первый этап), через формирование научных коллективов и возникновение научных школ (второй этап) и создание специализированных лабораторий в академическом институте химического профиля ИХКиГ СО АН СССР / СО РАН (третий этап) до образования самостоятельного академического учреждения – МТЦ СО РАН (четвертый этап).

Глава 2 Развитие МТЦ СО РАН как комплексного научного учреждения

2.1. Эволюция научных школ и направлений в области немедицинских приложений ЯМР-томографии: проблема междисциплинарных взаимодействий

К середине 1990-х гг. в российской науке продолжились преобразования, направленные на поиск рациональных форм организации научной деятельности, а также механизмов взаимодействия с высшей школой и международным научным сообществом. Правительство РФ утвердило «Концепцию реформирования научной сферы – приоритетные направления фундаментальных исследований и критических технологий федерального уровня»²⁹³. В соответствии с этим документом Президиум Отделения предпринял меры, которые фактически продолжали политику, начатую академиком В.А. Коптюгом в предшествующие годы. Основной акцент делался на научные исследования в формате интеграционных проектов разных научных областей или в пределах одного научного направления, но имеющих значение для других наук. Интеграция стала одной из главных тенденций научной политики. Согласно приоритетным научным направлениям, утверждённым Правительством, Объединённые учёные советы Отделения скорректировали планы научно-исследовательской деятельности институтов с целью увеличения степени их согласованности между собой, а также значительного сокращения и укрупнения проектов, запланированных к выполнению²⁹⁴.

Традиционное преимущество Сибирского отделения – сосредоточенные в его научных центрах учреждения, осуществляющие исследования по ведущим направлениям современной науки – сыграло важную роль в организации междисциплинарных и межрегиональных интеграционных проектов. Однако

²⁹³ О деятельности Сибирского отделения РАН в 1997 году // Доклад Председателя СО РАН академика Добрецова Н. Л. на годичном Общем собрании СО РАН 12 марта 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?10+174+1> (дата обращения 25.06.2014).

²⁹⁴ Там же.

междисциплинарности исследований способствовал не только территориальный фактор расположения институтов – в научном центре действовали учреждения разного профиля в непосредственной близости друг от друга, но и их многопрофильность, примером которой может служить Международный томографический центр.

Работа «на стыках наук» всегда занимала особое место в деятельности МТЦ СО РАН как научно-исследовательского учреждения нового типа. В Уставе МТЦ, утверждённом в 1993 г., были сформулированы основные направления деятельности Центра: развитие фундаментальных и прикладных научных исследований в области ЯМР-томографии и смежных областях; диагностическое обследование населения; коммерческая деятельность в рамках основных направлений деятельности МТЦ как внутри страны, так и за рубежом²⁹⁵. В его структуре с момента образования были представлены три направления развития науки: фундаментальное, инновационное и прикладное, которые тесно переплетались и взаимно дополняли друг друга. Как уже отмечалось, фундаментальные исследования МТЦ должен был осуществлять под методическим руководством Объединённого учёного совета СО РАН по химическим наукам и в контакте с Отделением общей и технической химии РАН.

В период становления Томографический центр принял концепцию всемерной поддержки фундаментальных исследований. Однако в силу ограниченных возможностей в течение первых нескольких лет поддерживались только те научные направления, где удавалось выйти на лидирующие позиции. Среди них выделялись два направления:

1) разработка новых высокочувствительных методов регистрации короткоживущих радикальных частиц и применение этих методов для исследования *магнитных и спиновых эффектов в химических реакциях*;

²⁹⁵ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Устав Международного Томографического Центра от 02.02.1993; Куперштох Н. А. История Международного томографического центра СО РАН // Философия науки. 2008. № 1. С. 169-179.

2) синтез и исследование гетероспиновых систем, основанных на координационных соединениях металлов со стабильными органическими радикалами – *молекулярно-организованных систем*.

Эти две тематики заняли доминирующее положение в МТЦ СО РАН к середине 1990-х гг. По результатам, уровню и масштабности исследований, проводимых в данных направлениях, сформировались и действовали две общепризнанные научные школы Центра²⁹⁶.

Первая из них – научная школа академика РАН Р. З. Сагдеева – в её рамках проводилось изучение спектроскопии ядерного магнитного резонанса сложных парамагнитных систем, связанной с традиционной областью фундаментальных исследований – спиновой химией (см. Глава 1). Под его руководством это новое направление в области физической химии, изучающее влияние электронных и ядерных спинов на радикальные химические реакции, получило новое развитие и широкую известность в научных кругах не только российского, но и мирового сообщества. Открытие и детальное изучение двух новых явлений: влияния постоянного магнитного поля на радикальные реакции в растворах и магнитного изотопного эффекта – наиболее важные результаты этих исследований²⁹⁷.

Широкую известность также получили пионерные работы Р. З. Сагдеева по химической поляризации ядер (ХПЯ) в газах и ХПЯ в слабых магнитных полях. Р. З. Сагдеев предложил и развил ряд принципиально новых высокочувствительных методов изучения активных промежуточных частиц в химических реакциях. Доклад по результатам этих исследований, представленный в 1990 г. на XIII IUPAC симпозиуме по фотохимии, способствовал утверждению

²⁹⁶ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Служебная записка Р. З. Сагдеева, 1994 г.

²⁹⁷ Бучаченко А. Л., Молин Ю. Н., Сагдеев Р. З., Салихов К. М., Франкевич Е. Л. Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях // Успехи физических наук. 1987. Т. 151. № 1. С. 173-174.

авторитета сибирской науки в области применения новых импульсных МР²⁹⁸. Необходимо отметить, что работы в этой области проводились в тесном контакте с *alma mater* спиновой химии в ННЦ Институт химической кинетики и горения, а также другими химическими институтами Сибирского отделения и Академии наук в целом. По словам Р. З. Сагдеева: «Есть классическая химия, в которой изучаются проблемы управления химической реакцией: это можно сделать с помощью тепла, света, радиации»²⁹⁹. Исследования учёного и его научного коллектива показали, что «электронные спины и даже магнитные ядра тоже могут влиять на скорость радикальных химических реакций. В этой области исследуется ряд явлений – влияние магнитных полей, новые спектроскопические методы, но, пожалуй, самое интересное открытие — это магнитно-изотопный эффект. Фактически обнаружен новый принцип фракционирования изотопов в окружающей нас природе»³⁰⁰. Важно отметить, что это направление было поставлено во главу исследований ещё в лаборатории магнитных явлений ИХКиГ и получило дальнейшее развитие в Отделе Магнитных и спиновых явлений МТЦ СО РАН. Как справедливо подчеркнуто Р. З. Сагдеевым, «совершенствование достижений – это очень важно, но фундаментальная наука — это все-таки принципиально новые знания, которые случаются очень редко. Раньше существовал только один метод разделения изотопов – разные массы. Например, дейтерий в два раза тяжелее водорода, на этом основаны различия свойств соединений, содержащих изотопы»³⁰¹. Открытие физико-химиков из ИХКиГ (*диплом на открытие № 300*³⁰²) заключалось в принципиально ином разделении – разнице магнитных свойств изотопов.

²⁹⁸ Sagdeev R. Z. Stimulated nuclear polarization - a new method for studying the mechanisms of photochemical reactions / Sagdeev R. Z., Bagryanskaya E. G. // Pure and Applied Chemistry. 1990. V. 62. № 8. P. 1547-1556.

²⁹⁹ Жизненная школа академика Сагдеева // Наука в Сибири. 2010. С. 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sbras.info/articles/person/zhiznennaya-shkola-akademika-sagdeeva> (дата обращения 04.08.2013).

³⁰⁰ Там же.

³⁰¹ Там же.

³⁰² Открытия СО АН СССР 1957-1991 гг. Диплом № 300 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.prometeus.nsc.ru/patent/invent/d-300.ssi> (дата обращения 04.08.2013).

Одной из главных составляющих успешного развития и функционирования научной школы является кадровый потенциал. Комплектование научных кадров отделов и лабораторий МТЦ проводилось весьма оперативно. Этому способствовало также установление тесной связи МТЦ как с Новосибирским государственным университетом, так и с другими университетами (в Иркутске, Томске, Якутске) и вузами Сибири, в частности, с Новосибирским, Томским, Омским техническими университетами.

Ко второй половине 1990-х гг. в Отделе Магнитных и спиновых явлений под руководством Р. З. Сагдеева практически завершилось формирование тематик и кадрового состава лабораторий. Основным направлением исследований стала разработка и применение новых радиоспектроскопических методов исследования спиновой поляризации в фотохимических реакциях для изучения кинетики и механизмов радикальных реакций в гомогенных и гетерогенных растворах. Разрабатывались и реализовывались новейшие высокочувствительные методики с временным разрешением в наносекундном диапазоне (ХПЯ, ХПЭ, стимулированная поляризация ядер (СПЯ), лазерный фотолиз). На их основе в течение нескольких лет выполнялись экспериментальные исследования, такие как:

- а) изучение влияния магнитного поля на скорость химических реакций в гомогенных и мицеллярных растворах и магнитного изотопного эффекта;
- б) изучение особенностей спиновой поляризации в химических реакциях бирадикалов и радикальных пар в мицеллах;
- в) изучение реакций фотоиндуцированного переноса электрона;
- г) изучение механизма фотоиндуцированных внутримолекулярных перегруппировок³⁰³.

Работы по этим направлениям проводились сотрудниками четырёх лабораторий Центра (таблица 4)³⁰⁴.

³⁰³ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты о научной и научно-организационной деятельности 1993-95 гг.

³⁰⁴ Там же.

Таблица 4 – Структура Отдела Магнитных и спиновых явлений МТЦ СО РАН

Отдел Магнитных и спиновых явлений зав. отделом член-корреспондент РАН Сагдеев Р.З.			
Лаб. N1 (СПЯ) Спиновая поляризация ядер и электронов	Лаб. N2 (ХПЯ и ЛФФ) Химическая поляризация ядер и лазерный флеш-фотолиз	Лаб. N3 ЭПР и микротомографии	Лаб. N4 Теоретическая
к.ф.м.н. Багрянская Е.Г.	к.ф.м.н. Юрковская А.В.	к.ф.м.н. Коптюг И.В.	к.ф.м.н. Лукзен Н.Н.

Численность сотрудников, занятых в исследованиях, составляла 15 человек. Структура научной части МТЦ СО РАН, включая отдел Магнитных и спиновых явлений, и её изменения за период 1990-2010-х гг. приведены в приложении В. В 1990-х гг. в МТЦ по этой тематике прошли защиты трёх докторских и пяти кандидатских диссертаций. Результатом коллективного творчества сотрудников Отдела стали многочисленные статьи и монографии, опубликованные в центральных российских и зарубежных научных журналах (некоторые из них приведены в приложения А). С начала 1990-х гг. публикационная активность МТЦ возросла с 0.464 до 1.97 статьи в год на одного научного сотрудника (на начало 2010 г.). Её динамику можно проследить по сводным данным³⁰⁵, представленным в приложении Г.

Авторы работ неоднократно приглашались на отечественные и международные научные конференции с пленарными докладами о новых инновационных подходах в использовании ЯМР- спектроскопии и интроскопии, которые имели большое научное значение в развитии МРТ и её немедицинских применений (приложение Д). Результаты научной школы были отмечены Ленинской премией (1986 г.)³⁰⁶ как часть представленного цикла работ, лидер школы Р. З. Сагдеев – Государственной премией РФ в области науки и

³⁰⁵ Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. См.: Материалы комплексной проверки МТЦ СО РАН 2000-2010 гг.; Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты... 1993-2010 гг.

³⁰⁶ Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 17 апреля 1986 г. // Собрание постановлений Правительства СССР. 1986. № 19. Ст. 101. С. 319-320.

техники (1994 г.)³⁰⁷. Также работы сотрудников отдела, аспирантов и студентов Центра неоднократно отмечались премиями Правительства РФ и именными стипендиями им. Е. К. Завойского и К. И. Замараева, фонда Сороса, именной стипендией Института науки им. Вейцмана (Н. Н. Луксен) и др.³⁰⁸ (приложение Е).

К началу 2000-х гг. Международный томографический центр вошёл в число лидеров российской науки в области спиновой химии. Работы научной школы Р. З. Сагдеева поддерживались грантами РФФИ (в среднем около 7-8 в год, в том числе грантами для молодых кандидатов и докторов наук и для поездок на международные конференции) и молодёжными и интеграционными грантами СО РАН (в среднем 4-5 в год)³⁰⁹. Кроме того проводились исследования по государственным программам: Министерства науки («Современные аспекты химии» и др.), программы Президиума РАН («Происхождение и эволюция жизни на Земле», подпрограмма 2 совместно с ИК СО РАН и др.). Особое внимание уделялось привлечению средств из фондов Федеральной целевой программы (ФЦП) «Государственная поддержка интеграции высшей школы России и Российской Академии наук» по подготовке высококвалифицированных научных кадров для приоритетных направлений фундаментальных исследований и критических технологий, которая реализовывалась на базе Новосибирского университета и ведущих научных школ ННЦ СО РАН³¹⁰. В рамках программы к 2000 году на базе кафедры общей химии ФЕН НГУ и МТЦ СО РАН был создан и успешно работал Учебно-методический центр «Магнитные явления в химии»³¹¹. Чтение специализированных курсов по общей химии, физической химии и компьютерной анатомии для студентов ФЕН и курса квантовой кинетики на ФФ НГУ, а также семинарские занятия обеспечивались сотрудниками

³⁰⁷ Указ Президента Российской Федерации: «О присуждении Государственных премий Российской Федерации 1994 года в области науки и техники» № 1187 от 10 июня 1994 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 7. С. 1089 (Ст. 749).

³⁰⁸ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-2000 гг.

³⁰⁹ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1996-2005 гг.

³¹⁰ Там же.

³¹¹ Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. См.: Результаты комплексной проверки МТЦ СО РАН, 2000 г.

МТЦ СО РАН (приложение Е). Выпускники Учебно-методического центра в большинстве своём поступали в аспирантуру МТЦ, созданную в 1996 г.³¹², на специальности «физическая химия» и «химическая физика, в том числе физика горения и взрыва». Кроме того, с 2007 г. в аспирантуре МТЦ началась подготовка по новой научной специальности «органическая химия»³¹³. Интеграция в систему университетского образования, постоянный приток молодых кадров в Томографический центр из вузов Новосибирска (в основном НГУ, а также Медицинского института, НГТУ и др.) обеспечили стабильное пополнение кадрового потенциала. Данные о подготовке научных кадров, включающих защиты докторских и кандидатских диссертаций, студенческих дипломов и прохождение преддипломной практики студентами НГУ, представлены в приложении В.

В Центре были налажены устойчивые международные связи. Совместные проекты Отдела Магнитных и спиновых явлений получали поддержку от зарубежных организаций и фондов (гранты INTAS, CRDF, NSF и др.) в рамках работы международного научного центра (в среднем около 6 в год, в том числе именные). В этой связи необходимо отметить сотрудничество с университетами и научными исследовательскими центрами: Японии (Тохоку, лаборатория профессора Мураи), Швейцарии (Цюрих, лаборатория профессора Фишера), США (Колумбийский, Северной Каролины, лаборатория профессора Форбса), Германии (Свободный университет Берлина) и Великобритании (Оксфорд), Франции (Гренобль, Центр ядерных исследований), Испании (Барселона, Институт материаловедения) и др. (приложение Е). Сотрудники Центра принимали активное участие в деятельности Отделения магнитно-резонансной томографии Международного общества AMPERE (академик Р. З. Сагдеев – член Международного комитета AMPERE) и Консультативного комитета

³¹² Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. См.: Распоряжение Президиума № 15000-357 от 17.06.1996.

³¹³ Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. См.: Постановление Президиума № 102 от 23.08.2007.

Международного Азиатско-Тихоокеанского общества ЭПР³¹⁴. По решению международного комитета AMPERE Томографический центр получил статус ассоциированного члена этого международного общества в 1994 г.

По мере оснащения приборной базы МТЦ СО РАН сложной и уникальной аппаратурой, совершенствования исследовательского оборудования, включая специальную технику, созданную для выполнения и автоматизации эксперимента, обработки и интерпретации полученных данных, анализа научной информации и т. п., росла конкурентоспособность его проектов и инновационных разработок. Обладая комплексом основного научного оборудования для физико-химических исследований, сотрудники Центра создали уникальный экспериментальный комплекс для изучения кинетики и механизма химических реакций методами спиновой химии. Установки СПЯ и ДПЯ (динамической поляризации ядер) по своим параметрам (чувствительность – 105 спинов, временное разрешение – 20 нс) заметно превосходили все отечественные и зарубежные аналоги. Установка ХПЯ имела самое высокое (30 нс) временное разрешение в мире. Кроме того, был разработан метод, позволяющий исследовать электронно-ядерные переходы в свободных радикалах, детектируемых по ядерной поляризации их диамагнитных продуктов.³¹⁵ В лаборатории Спиновой поляризации ядер и электронов (в дальнейшем группа Спиновой поляризации) под руководством кандидата физико-математических наук Е. Г. Багрянской³¹⁶ был экспериментально разработан и реализован новый метод исследования, позволяющий изучать спиновую динамику и химическую кинетику короткоживущих радикальных частиц в слабых магнитных полях. В сотрудничестве с институтами СО РАН (ИХКиГ, ИЦиГ, НИОХ)

³¹⁴ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ..., 1996-2005 гг.; Материалы научных конференций. 1990-2000 гг.

³¹⁵ Международный томографический центр: фундаментальная наука – предпринимательство – медицина ... [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sbras.ru/win/conferen/rus-sci/dokl/sagdeev.html> (дата обращения 21.02.2014).

³¹⁶ Багрянская Елена Григорьевна – специалист в области физической химии, разработки и применения новых методов магнитного резонанса для изучения механизмов химических реакций, доктор физико-математических наук с 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://web.nioch.nsc.ru/institut-glavnaya-2/rukovoditel-instituta> (дата обращения 23.06.2015).

осуществлялся научно-исследовательский проект по применению ЯМР- и ЭПР- спиновых ловушек. Суть исследования заключалась в следующем: слабые магнитные и радиочастотные поля влияют на живые системы, поэтому радикальные процессы в организме можно изучать с помощью спиновых ловушек для детектирования короткоживущих радикалов *in vivo* и *in vitro*. С помощью этого метода удалось разработать новые способы детектирования азота в живых организмах, а также получить полимеры с узкой дисперсностью на основе нитронилнитроксильных радикалов, обладающих специфическими свойствами, которые могут быть использованы в промышленности³¹⁷. Высокочувствительные методы, разработанные сотрудниками Отдела магнитных и спиновых явлений, основанные на спиновой химии – фундаментальной науке – нашли вполне практическое приложение.

ЯМР- метод даёт фундаментальные представления о строении вещества ядра, базирующиеся на квантовомеханическом понятии спина ядра. Он позволяет получать базовую информацию о строении вещества, не скрытую морфологией. При сочетании этого высокочувствительного метода с другими техническими устройствами, например, лазерами, открывается ещё больше возможностей изучения живой и неживой материи³¹⁸. Основными компонентами живой материи являются белки, состоящие из аминокислот. Изучение белковых молекул методами спиновой химии в сочетании с лазерными импульсами – одно из направлений Отдела магнитных и спиновых явлений к началу 2000-х гг., которым занималась лаборатория Химической поляризации ядер и лазерного флеш-фотолиза (позже Группа фотохимических радикальных реакций). С помощью установки лазерного импульсного фотолиза (видимый диапазон 220-800 нм, временное разрешение 10 нс, магнитное поле 0 – 1000 Гс) группе кандидата физико-математических

³¹⁷ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1996-2005 гг.

³¹⁸ Кашаев Р. С. Развитие науки и образования на основе междисциплинарного подхода к применению метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) // Успехи современного естествознания. 2011. № 2. С. 82-87. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=15933> (дата обращения 15.07.2014).

наук А. В. Юрковской³¹⁹ удалось получить на молекуле белка «спиновые метки» высокой степени ядерной поляризации, которые как бы «подсвечивали» отдельные аминокислоты в спектре ЯМР. Изучение свойств этих меток позволило получить информацию о внутримолекулярной подвижности аминокислот, недоступную другими методами. Учёным Томографического центра удалось определить движение аминокислот в различных ненативных состояниях белка с помощью ядерной поляризации, создаваемой в химических реакциях. Кроме того, им удалось показать, что изучение внутримолекулярной подвижности, структуры и динамических процессов белка возможно и необходимо с помощью методов ЯМР, убедительно доказав его мульти- и междисциплинарность³²⁰.

Многие современные научные школы Сибирского отделения РАН имеют в своей основе достижения тех ученых, кто создавал их ещё полвека назад. «В годы смут и революций наиболее важную роль играла их консервативная сторона, а в годы подъёма и развития на первый план вышла динамичная сторона научных школ – молодые ученики»³²¹. Примером этого как раз и является школа академика Р. З. Сагдеева, его научный коллектив, представляющий новое поколение «молодых и динамичных» последователей «отцов-основателей» Отделения, в числе которых и академик В. В. Воеводский.

Второе направление – синтез и исследование новых магнитных материалов, а именно молекулярных магнетиков – стало едва ли не научной сенсацией и послужило толчком для появления новой научной школы. Ведущая роль в создании и развитии этой современной области химии и соответствующей научной школы (дизайн молекулярных магнетиков) принадлежит академику В. И. Овчаренко³²². Эта область также исторически связана со спиновой химией, исследования

³¹⁹ Юрковская Александра Вадимовна – доктор физико-математических наук с 1997 г. Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёт ..., 1998 г.

³²⁰ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ..., 1998-2003 гг.

³²¹ Из российской глубинки – в науку: научная династия Келлей – Добрецовых. Новосибирск, 2009. С. 226.

³²² Овчаренко Виктор Иванович (11.07.1952) – специалист в области дизайна молекулярных магнетиков, химии молекулярных магнетиков, член-корреспондент РАН с 2003 г., академик РАН с 2016 г., лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники 1994 г. Овчаренко Виктор Иванович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 448–449.

в которой основаны на работе с короткоживущими магнитными частицами. Однако наряду с этим существование стабильных радикалов, живущих годами, позволило создать на их базе новые магнитные материалы, более сильные, чем железо, но в то же время отличающиеся прозрачностью, поскольку представляют собой монокристаллы.

Вместе с тем такие свойства удавалось получить только при низких температурах. Очевидно, что возможность добиться подобных показателей при «комнатных градусах», привела бы к технологической революции. В этом случае «все сердечники, все двигатели, все трансформаторы, все элементы памяти будут изготавливаться из таких материалов. Это самая настоящая нанохимия: берём атомы, собираем магнитную ячейку, потом создаём трёхмерную картину и соединение становится веществом»³²³.

Молекулярные магнетики – «это новый, третий тип магнитных материалов. В отличие от первых двух, широко известных – металлов и их сплавов, ионных оксидов и шпинели – молекулярные магнетики построены из высокоспиновых блоков – полирадикалов или комплексов, включающих ансамбли ионов железа, кобальта, меди и других парамагнитных ионов, армированных органическими молекулами – лигандами»³²⁴.

Органические и смешанные металл-органические молекулярные магнетики уже существуют и доступны как монокристаллы, порошки, стёкла. Всему химическому разнообразию высокоспиновых молекул, включающих ионные, лигандные и радикальные фрагменты, соответствует разнообразие их структур. Их выбор почти безграничен: кластеры, одномерные цепи и ленты, плоскостные и трёхмерные структуры, есть также примеры чисто органических

³²³ Жизненная школа академика ... 2010. С. 1.

³²⁴ Бучаченко А. Л. От химической экзотики – к молекулярным магнетикам и спиновому компьютеру // Вестник Уро РАН. 2009. № 1. С. 41-44; см. также: Бучаченко А. Л. Органические и молекулярные ферромагнетики: достижения и проблемы // Успехи химии. 1990. Т. 59. С. 529-550; Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З. Новая область химии – молекулярные ферромагнетики // Вестн. РАН. 2002. Т. 72. № 11. С. 1032-1034; Овчаренко В. И., Сагдеев Р. З. Молекулярные ферромагнетики // Успехи химии. 1999. Т. 68. № 5. С. 381-400.

(без металлоионов) ферромагнетиков³²⁵. Принципы конструирования ферромагнетиков известны, но их применение является непростой задачей при создании вещества. По словам Д. И. Менделеева, «прибор должен работать не в принципе, а в металле».³²⁶ Лаборатория многоспиновых координационных соединений под руководством В. И. Овчаренко двигалась именно в этом направлении – от принципов к «металлу» – в химии молекулярных магнетиков. К 1993 г. его лаборатория сформировалась как ещё одно научное подразделение МТЦ СО РАН. Общая численность сотрудников, занятых в проводимых исследованиях, составляла 14 человек³²⁷.

В начале 1990-х гг. основные работы сотрудников лаборатории по этому междисциплинарному направлению, требующие интеграции знаний по многим разделам химических и физических наук, были направлены на создание нового типа низкотемпературных магнитных материалов – молекулярных ферромагнетиков и полимеров на их основе (приложение Е). Разрабатывались новые концепции и методики синтеза соединений на основе комплексов парамагнитных ионов металлов со стабильными радикалами, демонстрирующих фазовый переход в ферромагнитное состояние. На основе прецизионных измерений магнитной восприимчивости определялись величины энергии обменных взаимодействий парамагнитных центров соединений, характеризующих свойства молекулярных магнетиков. Интересными оказались результаты влияния химического состава, заместителей, типа координации на структуру и магнитные свойства опытных образцов материалов, полученные с применением оригинальных авторских методик³²⁸.

³²⁵ Бучаченко А. Л. От химической экзотики ... С. 41-44.

³²⁶ Там же.

³²⁷ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчеты ... 1998-2003 гг.

³²⁸ Магнитно-структурные корреляции в слоисто-полимерных молекулярных ферромагнетиках на основе комплексов Ni(II) и Co(II) с 3-имидазолиновым нитроксильным радикалом и метанолом, содержащих различные заместители в металлоцикле / Икорский В. Н., Романенко Г. В., Сыгурова М. К., Овчаренко В. И., Ланфранк де Понту Ф., Рэ П., Резников В. А., Подоплелов А. В., Сагдеев Р. З. // Журнал структурной химии. 1994. Т. 35. № 4. С. 76-90.

Другим перспективным направлением, получившим развитие в научной школе В. И. Овчаренко, оказался поиск молекулярных магнетиков, сочетающих магнетизм с другими свойствами. Такие магнетики называют гибридными. В них «в качестве лигандов в высокоспиновых комплексах используют стабильные органические радикалы или ион-радикалы, носители спина»³²⁹. При взаимодействии двух спиновых подсистем таких магнетиков наблюдаются необычные свойства: «Магнетизм зависит от «чужих» молекул, встроенных в кристалл; иногда наблюдаются резкие температурные скачки в намагниченности; магнитные фазовые переходы сопровождаются бегущей по кристаллу волной структурной перестройки («дышащие» кристаллы); наблюдаются необычные петли гистерезиса и т. д.»³³⁰

Крупным практическим достижением в этом инновационном направлении следует считать научное обоснование «уникального явления, получившего название «неклассические спиновые переходы» и создание необычного класса объектов – «дышащих кристаллов», способных обратимо и без разрушений так изменять свои пространственные характеристики, как никакие другие известные сегодня человечеству твёрдые тела»³³¹.

Такие работы имеют давние традиции в институтах Сибирского отделения. Исследования научной школы доктора химических наук В.И. Овчаренко в области химии полиядерных соединений и кластеров активно развивались в содружестве с другими институтами Отделения (Институт неорганической химии (ИНХ), Институт катализа и Новосибирский институт органической химии), а также с Институтом органической химии РАН и Институтом общей и неорганической химии РАН (Москва), Институтом металлоорганической химии РАН

³²⁹ Бучаченко А. Л. От химической экзотики ... С. 43.

³³⁰ Там же; см. также: Бучаченко А. Л. Органические и молекулярные ферромагнетики ... С. 529-550; Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З. Новая область химии – молекулярные ферромагнетики ... С. 1032-1034; Овчаренко В. И., Сагдеев Р. З. Молекулярные ферромагнетики ... С. 381-400.

³³¹ Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. Овчаренко В. И. Секреты молекулярных магнетиков / Доклад на заседании Президиума СО РАН, март, 2002; см. также: Дыши, кристалл // Сибирское отделение РАН. РАН, СО РАН, Сибирь. Дайджест прессы. 21.05-07.06.2008. № 10. С. 73.

(Нижний Новгород). Руководители этого научного направления в МТЦ СО РАН (В. И. Овчаренко и Р. З. Сагдеев) неоднократно являлись соорганизаторами и участниками Всероссийской конференции по химии полиядерных соединений и кластеров, на которой рассматривался ряд проблем и новейших достижений в координационной и металлоорганической химии, в синтезе и изучении многоядерных систем, а также в исследовании их магнитных, электрохимических и каталитических свойств. Обсуждение проблем шло в нескольких направлениях, однако особое внимание всегда уделялось конструированию молекулярных устройств и молекулярных магнетиков, функциональным свойствам полиядерных соединений и кластеров. Первая из таких конференций со статусом всесоюзной состоялась в Новосибирске в 1983 г., а главным организатором выступил ИНХ СО АН СССР. Ранее (1981 г.) прошёл Всесоюзный семинар-дискуссия по химии и физике полиядерных соединений и кластеров в Шушенском³³².

Позже конференции стали всероссийскими, Первая из них – конференция по кластерной химии – прошла в Санкт-Петербурге в 1994 г. Она собрала авторитетных специалистов не только из российских научных центров, но также их зарубежных коллег. Внимание, проявленное к докладам сотрудников МТЦ, свидетельствовало о признании вклада сибирской химической школы в изучение и развитие химии полиядерных соединений и кластеров. Работы авторского коллектива МТЦ (руководители проекта член-корреспондент РАН Р. З. Сагдеев и доктор химических наук В. И. Овчаренко) в области направленного синтеза материалов, обладающих заданными магнитными свойствами были отмечены Государственной премией Российской Федерации по науке и технике 1994 года за цикл «Нитроксильные радикалы имидазолина»³³³. Кроме того, сотрудникам МТЦ СО РАН были присуждены две Государственные научные стипендии России:

³³² Кластер-2012 / Сб. тезисов докладов VII Всероссийской конференции по химии полиядерных соединений и кластеров. ИНХ СО РАН, 2012. С. 7; Кластер – 2012 // Наука в Сибири. 2012. № 24. С. 3.

³³³ Указ Президента Российской Федерации: «О присуждении Государственных премий Российской Федерации 1994 года в области науки и техники» № 1187 от 10 июня 1994 г. // Собрание законодательства РФ. 1994. № 7. С. 1089 (Ст. 749).

доктору химических наук В. И. Овчаренко и молодому учёному кандидату физико-математических наук В. А. Морозову³³⁴ (приложение Е).

В середине 1990-х гг. проект «Молекулярный ферромагнетик – новый тип низкотемпературных магнитных материалов» под руководством В. И. Овчаренко получил целевое финансирование Министерства науки и технической политики РФ в объёме 100 млн. руб. сроком на два года (приложение Е). Кроме того, фонд Сороса присудил ему грант ISF, обеспечивающий поездку в США для участия в работе научной конференции в 1994 году³³⁵. Таким образом, в последнем десятилетии XX века МТЦ СО РАН занял лидирующую позицию в новом направлении – дизайне молекулярных магнетиков, развивая междисциплинарные научные контакты с отечественными и зарубежными коллегами в области химии, физики, биологии и др.

К середине 2000-х гг. научная школа В. И. Овчаренко получила новое направление развития, продемонстрировав возможность и эффективность использования новых нитроксильных радикалов имидазолидинового типа в контролируемой полимеризации. Совместно с ИЦиГ СО РАН было экспериментально показано применение устойчивых нитроксильных радикалов для определения значения pH^{336} как в модельных системах, так и для определения значения pH в желудке крыс *in vivo* с использованием методов низкопольного ЭПР, LODSR, FC-DNP и PEDRI. Также разработанный ранее в МТЦ СО РАН метод детектирования оксида азота по спектрам ЯМР ядер ^{19}F применялся для изучения концентрации оксида азота на линиях крыс с нормальным и повышенным давлением³³⁷. По сравнению с традиционными методами (например, метод Грисса)

³³⁴ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчеты ...1995-2003 гг.

³³⁵ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчеты ...1993-97 гг.

³³⁶ *pH* - водородный показатель – лат. pondus Hydrogenii — «вес водорода» – мера активности ионов водорода (в очень разбавленных растворах она эквивалентна концентрации), количественно выражающая его кислотность // Бейтс Р. Определение pH. Теория и практика. 2-е издание. Перевод с английского под ред. академика Б. П. Никольского и профессора М. М. Шульца. Л. 1972. 400 с.

³³⁷ Овчаренко В. И., Фурсова Е. Ю., Толстикова Т. Г., Сорокина К. Н., Летягин А. Ю., Савелов А. А. Имидазол-4-ильные 2-имидазолиновые нитроксильные радикалы - новый класс перспективных контрастных средств для магнитно-резонансной томографии // Доклады

предложенный метод позволял исследовать генерацию оксида азота *in vivo* и послужил в дальнейшем основой для применения изучения концентрации азота по ЯМР-томографии. Совместно с медицинским диагностическим отделом Центра был начат цикл исследований по разработке и синтезу новых нитроксил-радикальных (металлнесодержащих) МР-контрастных средств Fur-135 и Fur-176 (рисунок 2)³³⁸.

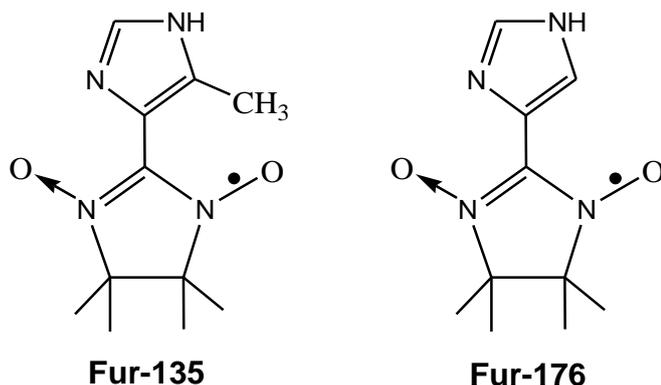


Рисунок 2 – Нитронил-нитроксильные контрасты Fur-135 и Fur-176

Потенциальной областью применения этих органических соединений, не содержащих токсичные металлы, хорошо растворимых и стабильных была МРТ диагностика заболеваний центральной нервной системы (ЦНС), травм, опухолей различного генеза (*т. к. была отмечена высокая эффективность контраста, связанная со способностью вещества накапливаться в патологических очагах*). В 2004–2007 гг. прошли успешные доклинические испытания этих перспективных для медицины и биологии позитивных контрастирующих агентов³³⁹.

Третье направление деятельности МТЦ, сформировавшееся к середине 1990-х гг., – это собственно магнитно-резонансная томография. В своих воспоминаниях академик Р. З. Сагдеев отмечает: «Сначала мы ставили её главной задачей социальную помощь, развивали методики, программы. Сейчас мы добавили новый аспект – немедицинские приложения томографии. Например, это интересно в части доклинических испытаний лекарств: вкололи мышке препарат,

Академии наук. 2005. Т. 404. С. 198-200; см. также: Материалы МТЦ СО РАН. Отчёты ... 2004-2007 гг.

³³⁸ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчеты ... 2004-2007 гг.

³³⁹ Там же.

с помощью томографа можно увидеть, как и в какой орган идёт лекарство, вся динамика распределения, как на ладони. В Европе это уже обязательный пункт проверки лекарства»³⁴⁰. Работа по этим направлениям начиналась и продолжается совместно с рядом академических институтов Сибирского отделения, и по немедицинским приложениям томографии МТЦ занимает ведущие позиции в мире³⁴¹. Подробнее немедицинские приложения томографии, которые позволили исследованиям сибирских учёных выйти на столь высокий уровень, будут рассмотрены ниже.

Итак, к середине 1990-х гг. в структуре Центра оформились основные научные направления. Томография (медицинская и немедицинская) оставалась основным практическим приложением метода, изучающим не только живые организмы, но и объекты неживой природы, их внутреннюю структуру. «Посмотреть, как протекают химические реакции внутри твёрдого тела, невидимые невооружённым глазом, другими методами было просто невозможно»³⁴². На протяжении всего рассматриваемого периода в МТЦ СО РАН успешно работает группа ЯМР-микротомографии под руководством доктора химических наук И. В. Коптюга (приложения А, В, Д, Е). В начале 1990-х гг. в работах лаборатории преобладали традиционные методы МР-микроскопии, использующиеся для визуализации процессов полимеризации и массопереноса в пористых материалах. Исследовалось влияние различных физико-химических факторов на полимеризацию, изучался процесс массопереноса при испарении различных растворителей из пор промышленных носителей катализаторов, методом математического моделирования получены коэффициенты диффузии вещества в исследуемых пористых объектах³⁴³.

Параллельно начались работы по разработке принципиально новых методов получения МР-изображений, к которым относится томография на

³⁴⁰ Жизненная школа академика ... С. 1.

³⁴¹ Там же; см. также Материалы МТЦ СО РАН. Отчеты ... 1993-2013 гг.

³⁴² Томографический центр: будни и перспективы / Плотников Ю. // Наука в Сибири. 2005. № 6. С. 4-5.

³⁴³ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчеты ... 1993-97 гг.

гиперполяризованных ядрах инертного газа³⁴⁴. Некоторые результаты можно рассматривать как уникальные. В частности, группе И. В. Коптюга впервые удалось показать применение ЯМР-томографии к течению газов в условиях химических реакций. Ранее подобные исследования не проводились никем в мире, поскольку считалось, что это попросту невозможно. Однако оказалось, что, например, ламинарные течения вполне можно изучать с помощью томографических методов³⁴⁵. Дальнейшее развитие этого направления показало, что кроме газов и жидкостей таким методом можно исследовать твёрдые материалы, не содержащие жидкостей. В МТЦ СО РАН группой И. В. Коптюга впервые были получены двумерные и трёхмерные изображения структурированных (блочные сотовые носители) и насыпных зернистых слоев катализаторов непосредственно по сигналу ЯМР твердой фазы, а также изображения модельных зернистых слоев (упаковки стеклянных шариков)³⁴⁶.

Также необходимо отметить совместные работы Центра с институтами Сибирского отделения с использованием уникальных возможностей метода магнитно-резонансной микроскопии (МРМ). Применение МРМ для неразрушающего контроля за процессами, имеющими важное значение в гетерогенном катализе, стало одним из весомых результатов интеграционного проекта, выполненного совместно с ИК СО РАН (приложение Е). В ходе сотрудничества были разработаны подходы к исследованию в реальном времени транспорта жидкостей под действием капиллярных сил в предварительно насыщенных жидкостью пористых таблетках (окись алюминия, окись титана) в процессе их сушки. В это же время были выполнены совместные эксперименты

³⁴⁴ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчеты ... 1996-97 гг.

³⁴⁵ Томографический центр: будни ... С. 4-5; см. также Материалы МТЦ СО РАН. Отчеты ... 1995-2000 гг.

³⁴⁶ Коптюг И. В., Лысова А. А., Матвеев А. В., Сагдеев Р. З., Пармон В. Н. Применение метода ЯМР-томографии для исследования процессов транспорта вещества и химических превращений // Катал. Пром., 2004. Спец. вып. С. 60-67; Коптюг И. В., Лысова А. А., Ковтунов К. В., Живонитко В. В., Хомичев А. В., Сагдеев Р. З. Многоядерная магнитно-резонансная томография — многофункциональный инструментальный для исследования свойств материалов, процессов транспорта и каталитических реакций // Успехи химии. 2007. Т. 76. Вып. 6. С. 628-645.

с Институтом теоретической и прикладной механики СО РАН по изучению методом МРМ распределения влаги в образцах древесины, подвергающихся акустической сушке. Результаты, полученные в ходе проекта, показали, что звук высокой интенсивности оказывает значительное влияние на характер распределения влаги в древесине³⁴⁷. Работы И. В. Коптюга и его группы продемонстрировали возможность использования ЯМР- томографии в изучении широкого класса процессов переноса вещества в модельных реакторах, зернистых слоях и отдельных пористых гранулах, в том числе при каталитических реакциях.

В сентябре 1997 г. И. В. Коптюг выступил с приглашённым докладом на 4-ой Международной конференции по магнитно-резонансной микроскопии и макроскопии (г. Альбукерк, США), в котором представил научные результаты лаборатории ЭПР и микротомографии МТЦ СО РАН³⁴⁸. Обучающая сессия конференции включала также выступление с докладом на семинаре химического факультета Колумбийского университета, которое вызвало оживленную дискуссию по проблемам МР-микроскопии и ещё раз показало высокую научную значимость исследований, осуществлённых в МТЦ (приложение Е). Кроме того, результаты работы И.В. Коптюга были опубликованы и представлены в его докторской диссертации³⁴⁹ (2003 г.).

Существенный вклад в развитие методов сканирования и реконструкции МР- изображений внесло сотрудничество с Центром МР- томографии Университета Нью-Брансвик (Канада). Его основные результаты заключались в развитии одноточечных методов МР- томографии применительно к объектам с временами T₂ меньше миллисекунды – твёрдым телам, полимерам и газам. Предложенные модификации методов позволили существенно (до 10 раз)

³⁴⁷ Глазнев В. Н., Коптюг И. В., Коробейников Ю. Г. Физические особенности акустической сушки древесины // Инженерно-физический журнал. 1999. Т. 72. С. 437-439.

³⁴⁸ Koptuyug I. V., Sagdeev R. Z., Parmon V. N. and Khitrina L. Yu. "Drying of Porous Catalyst Support Bodies: a Penetrating Look", Book of Abstracts of 4th International Conference on Magnetic Resonance Microscopy and Macroscopy" Albuquerque, New Mexico, USA, September 21-25, 1997. P. 57.

³⁴⁹ Коптюг И. В. ЯМР томография процессов массопереноса и химических превращений в гетерогенных системах: автореферат дис. ... докт. хим. наук. Новосибирск, 2003. 34 с.

сократить время МР- съёмки при использовании произвольных способов модулирования намагниченности. Это в свою очередь значительно повысило гибкость и сферу применимости одноточечных методов – от твёрдых тел и газов до биологических объектов³⁵⁰. Таким образом, арсенал методик многоядерного магнитного резонанса, разработанный в МТЦ СО РАН, позволил получить «изображения внутренней структуры различных объектов и исследовать широчайший спектр свойств материалов и процессов с пространственным разрешением в сотни и даже десятки микрон»³⁵¹.

Первая комплексная проверка Международного томографического центра (2000 г.) комиссией Президиума СО РАН показала, что исследования Центра соответствуют основным научным направлениям, определённым Уставом МТЦ СО РАН, осуществляются на мировом уровне, обеспечены современным научным оборудованием и квалифицированными кадрами³⁵².

Говоря о междисциплинарности метода МР- томографии и его немедицинских приложениях, невозможно не упомянуть гидрогеологический ядерно-магнитно-резонансный томограф «Гидроскоп». Это прибор для полевых геофизических измерений, предназначенный для изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий бесскважинным методом, удешевляющий и ускоряющий тем самым цикл геологоразведки³⁵³.

Первый «Гидроскоп» был разработан и внедрён в практику геологоразведочных работ ещё в середине 1970-х гг. в лаборатории ИХКиГ под руководством доктора технических наук А. Г. Семёнова³⁵⁴. Установки для

³⁵⁰ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-1998 гг.

³⁵¹ Коптюг И. В. ЯМР томография процессов массопереноса ... : автореферат дис. ... 2003.

³⁵² Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. См.: Результаты комплексной проверки МТЦ СО РАН 2000 г.

³⁵³ Кусковский В. С., Шушаков О. А. Возможность использования «Гидроскопа» при хозяйственно-питьевом водоснабжении за счёт подземных вод // Гидрогеология и геохимия вод складчатых областей Сибири и Дальнего Востока: сб. материалов совещания, Владивосток, 11-15 сентября, 2003. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 195-199; см. также: Кусковский В. С., Красавчиков В. О., Шушаков О. А. ЯМР-геотомография при гидрогеологических исследованиях // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока России. Т. 1. Томск: ГалаПресс, 2000. С. 310-312.

³⁵⁴ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 339, 357, 360, 370; Ф. 10. Оп. 5. Д. 811, 895, 991.

определения возможности разведки подземной воды методом ЯМР опробировали на известных водоносных пластах сначала в районе г. Балхаш, а впоследствии и на более значительных территориях для изыскания источников водоснабжения Республики Казахстан. С помощью томографа «Гидроскоп» удалось обследовать и оконтурить водоносные участки, на качественном уровне отметить участки с наиболее пресной водой, выработать рекомендации по их разработке. Результаты буровых работ подтвердили выводы экспедиции Лаборатории физических методов в химической кинетике³⁵⁵.

В 1985 г. устройство для измерения параметров водоносных подземных горизонтов, реализованное в установке «Гидроскоп» (заявка № 3774147/25)³⁵⁶, было признано изобретением. В результате при проведении поисково-разведочных работ на воду стало возможным получать дополнительную информацию о водоносных горизонтах (помимо данных о глубине залегания, мощности и водонасыщенности), в том числе и о степени минерализации содержащейся в них воды, при этом не нарушая поверхностного слоя земли. В том же году установка для бесскважинной разведки подземных вод «Гидроскоп» получила второе место в Конкурсе прикладных научных работ СО АН СССР³⁵⁷.

К середине 1980-х гг. томограф «Гидроскоп» занял прочные позиции в поисковой геологоразведке. Для производственной эксплуатации были переданы две установки, экономический эффект от применения одной из них в ПГО «Новосибирскгеология» за 1985 г. составил 32,5 тыс. руб. Вторая установка использовалась в ПГО «Гидроспецгеология», сведения об экономической эффективности не передавались в институт³⁵⁸. В ИХКиГ была организована круглогодичная геофизическая экспедиция для выполнения работ по внедрению метода гидрогеологической ЯМР- томографии в практику геологоразведочных работ для поисков воды. География экспедиционных работ охватывала

³⁵⁵ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 339, 357, 360, 370; Ф. 10. Оп. 5. Д. 811, 895, 991.

³⁵⁶ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 1725. Л. 22-27; см. также: Ф. 10. Оп. 5. Д. 1796; Ф. 38. Оп. 1. Д. 543, 569.

³⁵⁷ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 1725. Л. 22-27.

³⁵⁸ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 1796. Л. 12-17.

Московскую область, Кавказ, Гурьевскую и Новосибирскую области, Крайний Север Тюменской области, Карагандинскую область и Алтайский край³⁵⁹.

В рамках Комплексной долгосрочной программы научно-технического сотрудничества между СССР и Индией в 1987 г. была организована международная геофизическая экспедиция для проведения гидрогеологических исследований на территории Индии ЯМР- томографом «Гидроскоп» по теме «Технология поиска воды». Реализация этого проекта проходила в соответствии с распоряжением АН СССР³⁶⁰ и двусторонними протоколами совещаний между делегацией Индии и ИХКиГ³⁶¹. Состав экспедиции включал пять человек, руководство было возложено на профессора А. Г. Семёнова. В его компетенции и полномочия как координатора темы и представителя ИХКиГ входили ведение переговоров с индийской стороной и принятие организационных решений по продолжению и прекращению работ. Финансовая и иная материальная составляющая была закреплена за ИХКиГ, она включала все расходы, связанные с доставкой комплекса аппаратуры «Гидроскоп» и экспедиционного снаряжения, командировочные расходы участников экспедиции, затраты на страхование груза и т. п.³⁶²

В марте 1988 г. были подведены итоги первого этапа сотрудничества с индийскими специалистами по вышеупомянутой программе. Результаты экспедиции по испытанию аппаратуры в индийских условиях показали, что установка «Гидроскоп» может использоваться в условиях Индии весьма эффективно. Также были установлены тесные контакты с индийской стороной и изучены организационные вопросы непосредственной реализации совместного проекта³⁶³. Советско-индийский совет по научно-техническому сотрудничеству поддержал инициативу советской стороны по дальнейшему развитию

³⁵⁹ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 567. Л. 90-92.

³⁶⁰ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 583. Приказ № 109 от 30.10.87; см. также Ф. 10. Оп. 11. Д. 1145. Распоряжение АН СССР № 10107-1303 от 04.08.87; Ф. 38. Оп. 1. Д. 589.

³⁶¹ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 583. Приказ №. 109 от 30.10.87 ссылается на двусторонние протоколы совещаний между делегацией Индии и ИХКиГ от 23.06.87 г. и 18.09.87 г.

³⁶² Там же.

³⁶³ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 606. Л. 1-16.

коммерческой деятельности по проекту. Его целесообразность также отмечалась в ходе переговоров в Торгпредстве СССР и с президентом партнёрской геологоразведочной компании Индии³⁶⁴.

Тогда же в 1988 г. с целью ускорения внедрения нового метода для поиска и разведки водоносных пластов, основанного на применении ЯМР- томографа «Гидроскоп», было принято решение создать научно-производственный центр (НПЦ) «Гидроскоп» при ИХКиГ на базе лаборатории физических методов в химической кинетике (с финансированием отдельной строкой с 01.01.89 г.)³⁶⁵. Основными направлениями деятельности НПЦ стали усовершенствование и модификация ЯМР- томографов «Гидроскоп», выпуск опытных образцов и отработка методики их применения. Кроме того, предполагалась реализация на договорной и коммерческой основе в СССР и за рубежом новой технологии поиска и разведки подземных вод с помощью этих установок. Было разработано и утверждено Положение о НПЦ «Гидроскоп», согласованное с Главтюменгазпромом и ПГО «Новосибирскгеология»³⁶⁶.

Согласно Постановлению Президиума СО АН СССР³⁶⁷ за НПЦ закрепили корпус-модуль и бокс-пристройку к складу оборудования. Структура и состав НПЦ были утверждены в 1988 г. в объёме предполагаемого целевого финансирования. В порядке эксперимента при работе по хоздоговорам НПЦ «Гидроскоп» было разрешено в 1988-89 гг. выполнять комплекс полевых и камеральных работ на принципах бригадного подряда³⁶⁸.

Разработка алгоритмов и программ вычисления сигнала ЯМР в томографе «Гидроскоп» с учётом электропроводности пород позволила более обоснованно подойти к решению задач НПЦ по теме «Поиск путей увеличения объёма информации и степени её надёжности при бесскважинной разведке подземных вод

³⁶⁴ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 606. Л. 1-16.

³⁶⁵ НАСО. Ф. 38. Оп. 1. Д. 603. Приказ № 55 от 27.06.88 г.; Ф. 10. Оп. 11. Д. 1162. Л. 86.

³⁶⁶ Там же.

³⁶⁷ Там же. См. также: Ф. 10. Оп. 11. Д. 1226. Постановление Президиума СО АН СССР № 233 от 22.04.88 г.

³⁶⁸ Там же.

методом ЯМР; разработка и внедрение новых технологий поисково-разведочных работ на воду». Совместно с Мельбурнской исследовательской лабораторией впервые была проведена прямая бесскважинная геологоразведка подземных вод «Гидроскопом» в осадочных породах Австралии. Результаты эксперимента показали, что этот ЯМР- томограф мог достаточно успешно использоваться для выявления обводнённых и продуктивных коллекторов подземных вод, и открывали возможности его применения в коммерческих целях³⁶⁹.

Таким образом, направления НПЦ, связанные с выпуском аппаратуры «Гидроскоп» и внедрением новой технологии поисково-разведочных работ для поиска воды, оказались к началу 1990-х гг. одними из приоритетных научно-производственных направлений и для ИХКиГ, и для СО АН СССР в целом. Однако необходимо отметить, что дальнейшее развитие работ по теме «Технология поиска воды» ЯМР- томографом «Гидроскоп» было приостановлено из-за начавшегося в стране экономического кризиса. Тем не менее, в начале XXI века метод МР- томографии получил новое рождение и ныне успешно реализуется в промысловой геофизике, найдя применение в бесскважинной геологоразведке³⁷⁰.

Ещё одним немедицинским применением метода МРТ является каротаж, основанный на ядерном магнитном резонансе – ЯМР- каротаж или ЯМК. Этот метод позволяет геофизикам, специалистам по разведке и разработке месторождений достаточно просто выделять типы флюидов, их объём в пласте, вскрытом скважиной, интервалы, в которых присутствуют углеводороды, прогнозировать их извлекаемость с помощью интерпретации полученных данных геологоразведочных работ³⁷¹. Интерес к методу ЯМР и его применению в геологии,

³⁶⁹ НАСО. Ф. 10. Оп. 5. Д. 2082. Л. 1-22.

³⁷⁰ Кусковский В. С., Шушаков О. А. Возможность использования «Гидроскопа» ... С. 195-199; Кусковский В. С., Красавчиков В. О., Шушаков О. А. ЯМР- геотомография ... С. 310-312; Кусковский В. С., Шушаков О. А., Фоменко В. М. Исследование экологического состояния подземных вод с использованием «гидроскопа» // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: материалы науч. конф. 20-24 сентября 2005 г. Иркутск, 2005. С. 363-365.

³⁷¹ Дэвид Аллен, Стив Крэри, Боб Фридман и др. Использование ядерно-магнитного резонанса при исследовании скважин // Нефтегазовое обозрение, 2001 [Электронный ресурс] URL: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/russia01/aut01/p04_25.pdf (дата обращения 17.11.2015).

скважинной геофизике и петрофизике возник с 1960 г. с момента опубликования материалов первых научных исследований, показавших взаимосвязь между проницаемостью и ЯМР. Но запросы нефтяной промышленности оставались неудовлетворёнными почти тридцать лет, которые прошли в ожидании надёжного метода измерения релаксации ЯМР в стволе скважины³⁷².

Ещё в 1960 г. исследователи Р. Браун и Б. Гамсон из американской энергетической компании Шеврон (R. J. S. Brown, B. M. Gamson, Chevron Research Company), используя магнитное поле Земли, выполнили первые измерения ЯМР в скважине. Затем в 1965-67 гг. Д. Сиверс (D. O. Seevers) предложил уравнение, связывающее время релаксации в песчаниках и проницаемость, а также установил связи между скоростью релаксации и остаточной водонасыщенностью. В 1968 г. А. Тимуром была разработана концепция индекса свободного флюида (Free Fluid Index) и новые методики для расчёта проницаемости и остаточной (несмещаемой) водонасыщенности по ЯМР. В том же году Дж. Лорен и Дж. Робинсон, представляющие нидерландско-британскую нефтегазовую компанию Шелл (J. D. Loren, J. D. Robinson, Shell Oil Company), опубликовали работы по определению зависимости между размером пор, типом флюида и свойствами матрицы. И, наконец, в 1978 г. компания Шлюмберже (Schlumberger) выпустила на рынок первый коммерческий прибор ЯМР (NML), основанный на использовании магнитного поля Земли, а Дж. Джексон (J. Jackson) запатентовал первый эхо-импульсный каротажный прибор ЯМР³⁷³. Однако лишь спустя более 10 лет в 1990 г. американская компания Ньюмар (Numar) предложила первый эхо-импульсный каротажный прибор MRIL (Magnetic Resonance Impulse Logging) для коммерческого использования. Каротажные работы на основе ЯМР с помощью этого оборудования доказали возможность надёжного определения проницаемости, особенно в сильно глинистых песчаных коллекторах. Вскоре после

³⁷² Джордж Р. Коатес, Ли Чи Хиао и Манфред Д. Праммер Каротаж ЯМР. Принципы и применение. Халлибуртон Энерджи Сервисес Н02308, 2001. 342 с. См.: Введение.

³⁷³ Джафаров И. С. Применение метода ядерного магнитного резонанса для характеристики состава и распределения пластовых флюидов / И. С. Джафаров, П. Е. Сынгаевский, С. Ф. Хафизов. М., 2002. С. 10-11.

этого, в 1993 г. компания Шелл (Shell) провела успешные испытания прибора MRIL в США, Канаде, Нигерии, Омане и Голландии³⁷⁴.

Необходимо отметить, что эти достижения в области проницаемости не были единственным преимуществом, которое давал основанный на регистрации эхосигналов ЯМР-каротаж³⁷⁵. «Также оказалась доступной и петрофизическая информация о многих других параметрах: суммарной пористости, независимой от литологии, водо-газо- и нефтенасыщенности, определяемых в отсутствие данных других методов ГИС (*геофизического исследования скважин*), а также вязкости нефти»³⁷⁶. ЯМР-каротаж в качестве нового метода измерений оказался «одним из богатейших источников информации о составе, свойствах и распределении пластовых флюидов»³⁷⁷, с его помощью стали возможными изучение и анализ многих характеристик коллекторов, недоступных другими методами.

Приоритет в разработке метода ЯМР-каротажа и соответствующих приложений, таким образом, оставался за исследователями и инженерами из США. В силу ряда объективных причин метод ЯМР в этих областях исследования развивался в СССР, а затем в России, «по следам» западных разработок с существенным отставанием. Однако к концу 1990-х гг. ситуация несколько изменилась и область применения ЯМР при поисках месторождений углеводородов и оптимизации их разработки значительно расширилась. Началось успешное применение современных технологий для дальнейшего развития промысловой геофизики в России, особенно при выполнении каротажных работ в сложных условиях нефтегазовых месторождений российского севера. К настоящему времени этот метод применяется в России уже более 20 лет. В качестве примера можно отметить работы Тюменской нефтяной компании (ТНК). С 1999 г. компания применяет метод ЯМР для лабораторных анализов и скважинных исследований, используя приборы как отечественного, так

³⁷⁴ Джафаров И. С. и др. Указ. соч. С. 10-11.

³⁷⁵ Сынгаевский, П. Е. Метод ЯМР для характеристики состава и распределения пластовых флюидов. Хьюстон: Халлибуртон Энерджи Сервисез, 942. 2001. См. Введение.

³⁷⁶ Там же.

³⁷⁷ Там же.

и зарубежного производства и сочетая различные приёмы интерпретации данных³⁷⁸. «В настоящее время в ТНК накоплены, обработаны и обобщены уникальные для России современные результаты ЯМР- исследований образцов пластовых флюидов, буровых растворов, керна и скважинных данных»³⁷⁹. Отставание успешно преодолевается, а усилия российских учёных и производственных компаний ныне сосредоточены на разработках методик интерпретации и совершенствовании обработки данных. Научная составляющая исследований ТНК реализуется в тесном сотрудничестве с институтами Сибирского отделения, ведущим из них является Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН.

С момента открытия в 1946 г. ядерный магнитный резонанс – важный инструмент физики, химии, биологии и медицины, а также геологоразведочных работ. В связи с этим следует обратить внимание на тот факт, что уже к концу 1950-х гг. исследования по магнетизму в Сибири получили значительное развитие в Красноярске в проектах, изучающих физику магнитных явлений. Начало этим исследованиям ещё в 1940 г. было положено в Красноярском педагогическом институте, где под руководством Л. В. Киренского³⁸⁰ начала создаваться магнитная лаборатория (Магнитная лаборатория КГПИ с 1943 г.)³⁸¹. Первые работы лаборатории были посвящены исследованиям магнитной анизотропии различных ферромагнетиков. Установка, сконструированная для этих целей, состояла из усовершенствованного анизометра и электромагнита, который вращался около вертикальной оси с заданной скоростью по и против часовой стрелки (время оборота от нескольких секунд до получаса). Исследования проводились методом

³⁷⁸ Джафаров И. С. и др. Указ. соч. С. 7-8.

³⁷⁹ Там же.

³⁸⁰ *Киренский Леонид Васильевич (25.03(7.04).1909 – 3.11.1969) – учёный в области физики магнитных явлений, академик АН СССР с 1968 г., директор Института физики СО АН СССР с 1957 г., зав. кафедрой общей физики Красноярского государственного педагогического института (КГПИ).* Киренский Леонид Васильевич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. Новосибирск, 2007. С. 108-109.

³⁸¹ Киренский Л. В. // Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru> (дата обращения 17.02.2014); Энциклопедия Красноярского края [Электронный ресурс] URL: <http://my.krskstate.ru> (дата обращения 17.02.2014); Красноярский материк. Времена. Люди. Документы. Красноярск, 1998.

механических моментов, результаты исследований записывались на фотопленку в зависимости от угла между вектором поля и некоторым заданным направлением в образце, а также в зависимости от температуры и напряженности магнитного поля³⁸².

Первые исследования по ядерному магнитному резонансу начались в конце 1950-х гг. в Красноярске молодым учёным А. Г. Лундиным³⁸³ на кафедре физики в Сибирском лесотехническом институте (СибЛТИ, ныне СибГТУ) вместе с ассистентом кафедры Г. М. Михайловым³⁸⁴, а затем в Институте физики СО АН СССР, куда его пригласил Л. В. Киренский. В 1958 г. к ним присоединился сотрудник Института физики С. П. Габуда³⁸⁵. Эксперименты первоначально проводились в подвале пединститута, так как требовалось помещение с низким уровнем механических и электрических помех. Аппаратуру выделил Л. В. Киренский, взяв исследования под своё наблюдение.

Вскоре появились результаты, а полученные сигналы ЯМР оказались даже более интенсивные, чем опубликованные в работе Ф. Блоха. Как следствие было принято решение о создании спектрометра ЯМР для исследования структуры кристаллов в широком интервале температур. К 1957 г. спектрометр с вращающимся магнитом был собран и установлен на лафете от зенитного орудия на территории СибЛТИ. Идея А. Г. Лундина создать в спектрометре вращающееся магнитное поле позволила наблюдать в нём ориентационные эффекты. Первые

³⁸² Киренский Л. В. Ферромагнетизм и его применение. М., 1957. 104 с.

³⁸³ *Лундин Арнольд Геннадиевич (1926 – 2014) – специалист в области ядерного магнитного резонанса в конденсированных средах, доктор физико-математических наук* // Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л.В. Киренского [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru/ru/history/team/lag> (дата обращения 17.02.2014); см. также: Он услышал голос атома / Захаров Ю., докт. физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой физики СибГТУ // Красноярский рабочий, 2001. 9 июня. [Электронный ресурс] URL: http://www.krasrab.com/archive/2001/06/09/17/view_article (дата обращения 17.06.2014).

³⁸⁴ *Михайлов Г. М. – специалист в области радиотехники* // Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru/ru/history/team/lag> (дата обращения 17.02.2014).

³⁸⁵ *Габуда Святослав Петрович (23.04.1936 – 7.04.2015) – советский и российский физик, доктор физико-математических наук с 1969 г.* // Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru/ru/history/team/lag> (дата обращения 17.02.2014).

результаты, полученные с помощью сконструированного в Красноярске ЯМР- спектрометра, были опубликованы в 1959 г. В течение 1960-1963 гг. на нём удалось реализовать более 30 научных исследований, направленных на изучение внутренней подвижности, фазовых переходов и электронной структуры в различных твёрдых телах. Благодаря этому в 1964 г. Институт физики СО АН СССР провёл в Красноярске Всесоюзное совещание по фундаментальным проблемам ЯМР³⁸⁶.

Сконструированный и изготовленный спектрометр ЯМР с вращающимся электромагнитом оказался одним из первых в СССР. По своим показателям – чувствительности и разрешающей способности – он находился на уровне лучших спектрометров того времени, позволив начать исследования различных аспектов физики твёрдого тела. Приоритетность работ А. Г. Лундина и Г. М. Михайлова в области ЯМР получила широкое признание и была отмечена в двухтомнике «Развитие физики в России»³⁸⁷. В настоящее время работы А. Г. Лундина продолжают его последователи – ЯМР- группа Красноярского регионального центра коллективного пользования СО РАН. В издательстве «Наука» были изданы три монографии³⁸⁸ заслуженного деятеля науки и техники РФ А. Г. Лундина. Одна из монографий вышла в Англии в серии «Современная физика для химии» в издательстве «Академик Пресс»³⁸⁹.

Исследования в области ядерного магнитного резонанса в Сибирском отделении всегда были тесно связаны не только с решением фундаментальных проблем спиновой химии, но и с практическими задачами народнохозяйственного значения, а с недавнего времени – и с социальными задачами³⁹⁰. Многие методологические вопросы в этой области научного знания, решаемые сегодня,

³⁸⁶ В науке легко не бывает // Наука в Сибири. 2006. № 1-2. С. 13. [Электронный ресурс] URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?31+360+1> (дата обращения 17.02.2014).

³⁸⁷ Развитие физики в России. Очерки. В 2-х томах. М., 1970. 447 с., 415 с.

³⁸⁸ Габуда С. П., Лундин А. Г. Внутренняя подвижность в твердом теле. Новосибирск, 1986. 176 с.; Лундин А. Г., Федин Э. И. Ядерный магнитный резонанс: основы и применения. Новосибирск, 1980. 192 с.; Они же. ЯМР-спектроскопия. М., 1986. 222 с.

³⁸⁹ Лундин Арнольд Геннадиевич // Официальный сайт Института физики ...

³⁹⁰ Савелова О. А. МРТ-исследования в Новосибирском научном центре: исторический аспект // История науки и техники. 2017. № 6. С. 115-122.

уже завтра могут быть востребованы на практике, поскольку этот уникальный метод позволяет получать информацию об объекте исследования неразрушающим (неинвазивным по отношению к биологическим объектам) путём. Возможности метода ЯМР открыли новую эпоху в оценке, анализе и интерпретации полученных данных как независимо, так и в комбинации с другими исследовательскими техниками. ЯМР- спектроскопия и томография на современном уровне дают информации значительно больше, чем учёные в состоянии понять и обработать. Что в свою очередь открывает перспективы дальнейшего изучения и широкого использования этой инновационной технологии. Научные школы и учреждения СО РАН используют ЯМР- томографию для проведения фундаментальных исследований и для создания новых инструментальных технологий (ЯМР- томограф «Гидроскоп», МР- микротомография в катализе, высокопольный микро-томограф для лабораторных животных и др.), формируя при этом единое междисциплинарное поле.

2.2. МРТ как социально значимый метод диагностики

Невозможно представить современную медицину без инструментальных методов исследования морфологии и функциональных состояний человеческого организма с помощью радионуклидов и ионизирующих излучений, а также в диагностике и лечении наиболее распространенных в мире заболеваний человека (*сердечно-сосудистой и эндокринной систем, органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, опорно-двигательного аппарата, онкологических и паразитарных патологий*). Значительная часть этих исследований использует технологии лучевой диагностики (ЛД), интегрирующей ряд методов получения медицинских изображений: томографию – компьютерную (КТ) и магнитно-резонансную (МРТ), ультразвуковое (УЗИ) и радионуклидное исследования³⁹¹.

³⁹¹ Корниенко В. Н., Пронин И. Н. Диагностическая неврология. Москва, 2006. С. 13-17; Магнитно-резонансная томография (руководство для врачей). СПб. 2007. С. 11-30; Бекман И. Н. Курс лекций «Ядерная медицина» Лекция 1 «Лучевая диагностика» [Электронный ресурс]. URL: <http://studall.org/all3-41683.html> (дата обращения 18.05.2014).

Рентгеновский метод является основой лучевой диагностики и всё ещё остаётся основным наиболее доступным визуализационным методом для выявления патологических изменений в органах и структурах организма человека. В первые десятилетия развития ЛД использовались только проекционные методы – рентгенография, ангиография, планарная сцинтиграфия. В настоящее время в медицинской практике наряду с классическим рентгеновским исследованием и рентгеновской ангиографией входят в рутинную диагностическую практику цифровые методы получения изображений, обеспечивая лучшее качество визуализаций, снижая лучевую нагрузку и способствуя созданию единой компьютерной базы диагностической системы.

Компьютерные технологии в значительной степени повысили диагностические возможности рентгенографии, приведя к созданию рентгеновской компьютерной томографии, спиральной и многосрезовой КТ, КТ-ангиографии. Вместе с тем развитие альтернативных методов визуализации, не использующих в своей основе рентгеновское излучение, таких, как МРТ позволяет получать более информативные изображения. «Новые уникальные диагностические возможности появились и у ультразвукового метода. Важная роль в лучевой диагностике принадлежит радиоизотопным методам исследования, таким, как однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и позитронная эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ). Появились комбинированные аппараты, совмещающие разные методы визуализации, например КТ и ПЭТ»³⁹². С точки зрения клинической практики лучший метод визуализации тот, который способен обеспечить «быстроту, неинвазивность и точность диагностики при минимальных расходах. Кроме того, визуальная информация, полученная с помощью какого-то одного метода, должна быть достаточной для лечащего врача»³⁹³.

Как было отмечено выше, появление компьютерных технологий привело к развитию томографических методов, которые сегодня занимают ведущее место в

³⁹² Бекман И. Н. Курс лекций «Ядерная медицина» Лекция 1 ...;

³⁹³ Там же; см. также: Терновой С. К., Сеницын В. Е. Развитие компьютерной томографии и прогресс лучевой диагностики // Радиология и практика. 2005. № 4. С. 23–29.

лучевой диагностике. В первую очередь, это относится к рентгеновской компьютерной томографии и МРТ. С момента образования МТЦ СО РАН медицинская тематика его исследований включала применение и развитие последней по времени разработки в ряду современных методик лучевой диагностики – магнитно-резонансную томографию. Каким образом происходило становление и развитие медицинских приложений этого метода в Сибирском регионе, России и мировой клинической практике в целом будет рассмотрено ниже.

Для начала обратимся к развитию МРТ- метода в европейском контексте. История этого метода не имеет чёткой точки отсчёта. Нельзя сказать, что к 1970-м гг. МРТ являлся абсолютно новым методом исследований: например, немецкие физики начали работать с явлением магнитного резонанса ещё до Второй мировой войны. Однако становление МРТ не было столь стремительным и успешным, как открытие другого известного метода лучевой диагностики – рентгеновских лучей. «В отличие от открытия В. К. Рентгена (1895 г.), которое практически моментально (за считанные недели) стало использоваться в медицине, открытие феномена ядерного магнитного резонанса (ЯМР) американскими физиками Ф. Блохом и Э. Парселлом (1946 г.) в течение почти 20 лет не привлекало внимание специалистов, разрабатывающих методы диагностики»³⁹⁴. В последующие десятилетия ЯМР пробовали применять в различных областях науки. Этот метод оказался мощным средством изучения строения и динамики молекул, межмолекулярных взаимодействий и механизмов химических реакций. На основе этого явления был создан метод ЯМР- спектроскопии, нашедший множество применений в химии и молекулярной физике (разделы 1.3., 2.1.).

Интенсивное развитие ЯМР началось с середины 1960-х гг., когда появились мощные вычислительные системы, способные производить миллионы операций в секунду и сверхпроводящие магниты, создающие магнитные поля высокой напряжённости. «Технический прогресс привёл к настоящей революции в физических методах исследования молекул и в 1970-х гг. ЯМР становится

³⁹⁴ Синицын В. Е. Магнитно-резонансная томография в новом столетии. Радиология и практика. 2005. № 4. С. 17.

незаменимым методом исследования структур сложных органических молекул, в том числе биологического происхождения»³⁹⁵.

Чувствительность метода к биологически значимым атомам водорода, углерода, азота, натрия и калия сделала его особенно важным средством изучения биохимии организмов. Уже в начале 1950-х гг. была предпринята попытка зарегистрировать ЯМР *in vivo*, что привело к развитию так называемой *in-vivo* ЯМР- спектроскопии (Ричард Р. Эрнст³⁹⁶, Нобелевская премия по химии 1991 г.), позволив непосредственно изучать биохимические процессы в живых тканях животных и человека.

Первые результаты ЯМР, полученные на живых клетках и на вырезанных тканях животных, в декабре 1954 г. представили Эрик Одеблад и Гуннар Линдстром (Стокгольм)³⁹⁷. Они описали различия времён релаксации в тканях *in vivo*. Одеблад внёс наибольший вклад среди ранних исследователей ЯМР в медицине, продолжая эксперименты на тканях в 1950–60-х гг.³⁹⁸

В 1956 г. О. Жардецкий с коллективом соавторов проводили исследования ЯМР по натрию на крови, плазме и эритроцитах³⁹⁹. 1960–70-е гг. – ЯМР применяется для изучения сложных органических молекул, включая биологические объекты, их структуры; появляются первые исследования с участием живых организмов, с его помощью изучают релаксацию, диффузию и химический обмен воды в различных тканях и клетках: измерена ЯМР- релаксация

³⁹⁵ Введение в МР-томографию. Новосибирск, 1991. С. 9.

³⁹⁶ Richard R. Ernst (Ричард Р. Эрнст) [Электронный ресурс]. URL: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1991/ (дата обращения 25.07.2012).

³⁹⁷ Odeblad E, Lindström G. Some preliminary observations on the proton magnetic resonance in biological samples // Acta Radiol 1955; 43: 469-476.

³⁹⁸ E. Odeblad Research in Obstetrics and Gynecology with Nuclear Magnetic Resonance // Acta Obst. and Gyn. Scand., Is. 4. 1959, P.: 599–617.

³⁹⁹ Jardetzky O. A study of interactions of aqueous sodium ion by nuclear spin resonance. Ph. D. thesis. Univ. of Minnesota. 1956; Kowalsky A. Nuclear Magnetic Resonance Studies of Proteins // The journal of biological chemistry. 1962; 6. Printed in U.S.A. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jbc.org/content/237/6/1807.full.pdf> (дата обращения 21.11.2016); Магнитный резонанс в медицине ... С. 229.

воды в руке живого человека (Лигон (Ligon), 1967 г.)⁴⁰⁰; получены первые ЯМР- сигналы от живого животного (Джексон (Jackson) и Лангхам (Langham), 1968 г.)⁴⁰¹.

Успешное применение ЯМР- спектроскопии в физике, химии и молекулярной биологии открыло новое направление использования метода в диагностической практике. ЯМР начал «завоевывать» область клинической медицины. Наиболее известные группы учёных, занимавшиеся исследованиями в этой области, – группы Реймонда Дамадиана из медицинского центра Даунстейт (Downstate Medical Center) в Бруклине и Дональда П. Холлиса из Университета Джонса Хопкинса в Балтиморе⁴⁰². Первое применение магнитного резонанса в диагностической медицине относится к 1971 г., когда американский врач Р. Дамадиан, исследуя опухолевые и нормальные ткани, обнаружил различия их магнитных свойств⁴⁰³. Полагая, что открыл методику выявления рака, Дамадиан подал заявку на патент «Аппарат и метод выявления рака в тканях»⁴⁰⁴. Им была запатентована сама идея обнаружения опухолей, а не использование ЯМР как метода визуализации при сканировании тела человека. Он предполагал, что с помощью количественного анализа МР- сигнала (а не на основании изображений) и расчёта времён релаксации, можно будет с высокой достоверностью отличить злокачественные ткани от здоровых. Предположение оказалось неоправданным, но привело к росту интереса к использованию магнитного резонанса в медицине⁴⁰⁵.

⁴⁰⁰ Ligon T. MS thesis. Oklahoma State University. 1967. Among others cited by Budinger T. F. and Lauterbur P. C. Nuclear magnetic resonance technology for medical studies. *Science* 1984; 226: 288-298.

⁴⁰¹ Jackson J. A., Langham W. H. Whole-body NMR spectrometer. *Rev. Sci. Instrum.* 1968; 510-513.

⁴⁰² Магнитный резонанс в медицине ... С. 230.

⁴⁰³ Damadian R. Tumor detection by nuclear magnetic resonance. *Science* 171, (1971); 1151-1153.

⁴⁰⁴ An Excursion into the History of Magnetic Resonance Imaging. 20-03 Early Applications in Medicine and Biology. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.magnetic-resonance.org/ch/20-03.html> (дата обращения 23.01.2013); United States Patent no. 3789832. Filed 17 March 1972, awarded 5 February 1974. Apparatus and method for detecting cancer in tissue. Inventor: Raymond V. Damadian. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.magnetic-resonance.org/ch/24-14.html#dam71> (дата обращения 23.01.2013).

⁴⁰⁵ Сеницын В. Е. Магнитно-резонансная томография ... С. 17-18.

16 марта 1973 г. в британском научном журнале Nature была опубликована статья Пола Лаутербура⁴⁰⁶ (профессора химии Университета штата Нью-Йорк, Стоун Брук) под заголовком «Image formation by induced local interaction: examples employing nuclear magnetic resonance»⁴⁰⁷. Эта работа очень коротко описывала новый метод визуализации, названный автором *зойгматография*. («*zeugma*» – греч. – упряжь, соединение, или как перевёл это Лаутербур: то, что используется для связывания). Его метод был заимствован из аналитической техники, которая применялась в химии с конца 1940-х гг. под названием ядерного магнитного резонанса⁴⁰⁸. В статье были «представлены трёхмерные изображения объектов, полученные по спектрам протонного магнитного резонанса (ПМР) воды из этих объектов. Эта работа и легла в основу метода магнитной резонансной томографии (МРТ)»⁴⁰⁹.

Прочитав заголовок статьи, невозможно было представить, что за ним «скрывалась революционная идея в области медицинской визуализации»⁴¹⁰. Однако, именно эта идея стала основой магнитно-резонансной томографии. Она превратилась в одну из самых выдающихся медицинских инноваций XX века, сопоставимой, возможно, лишь с медицинским применением рентгеновских лучей⁴¹¹ (изобретение К. Рентгена⁴¹², ноябрь 1895 г.).

Все эксперименты, проводившиеся до этого момента, были одномерными и не содержали пространственной информации. Не было инструмента,

⁴⁰⁶ Paul C. Lauterbur / The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2003 [Электронный ресурс]. URL: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/lauterbur-facts.html (дата обращения 25.07.2012).

⁴⁰⁷ Lauterbur P. C. Image formation by induced local interactions: examples of employing nuclear magnetic resonance. Nature 1973, 242: 190-191; Lauterbur P. C. Magnetic resonance zeugmatography. Pure and Applied Chemistry 1974. 40: 149-157.

⁴⁰⁸ Rink P. A. Introduction into Magnetic Resonance in Medicine, Stuttgart, New York, 1990. P. 2-3.

⁴⁰⁹ Лауреаты Нобелевской премии 2003 года: по физиологии и медицине – П. Лаутербур и П. Мэнсфилд // Природа. 2004. № 1. С. 6-8.

⁴¹⁰ Rink P. A. Op. cit. P. 2-3.

⁴¹¹ Там же.

⁴¹² Климин А. И., Урвалов В. А. Первый нобелевский лауреат Вильгельм РЕНТГЕН / К 100-летию присуждения Нобелевских премий. [Электронный ресурс]. URL: <https://radiomed.ru/forum/vk-rentgen-pervyy-nobelevskiy-laureat> (дата обращения 26.07.2012).

позволяющего определить локализацию ЯМР- сигнала в исследуемом объекте. Первые исследования с применением МРТ и интерпретация полученных данных привели к «всплеску» заявлений некоторых компаний и исследователей, что они использовали этот метод визуализации ещё раньше, «однако их приборы не создавались в качестве устройств для получения изображения»⁴¹³.

Ядерный (в том числе протонный) магнитный резонанс сам по себе был известен и использовался учёными с момента открытия в 1946 г., а суть изобретения П. Лаутербура заключалась в том, что он изучал исследуемые объекты в магнитном поле, плавно изменяя его напряженность (*градиент*), в то же время химики изучали структуру и свойства молекул в растворах в однородном магнитном поле. При таких условиях эксперимента резонансное поглощение наблюдалось в плоскости сечения, где соблюдался резонанс, а не по всему телу⁴¹⁴.

Благодаря экспериментам Лаутербура стало возможным определять поглощение в определённой точке, «последовательно измеряя его при прохождении волн сверхвысокой частоты через объект, к которому приложено магнитное поле с градиентами по трём взаимно перпендикулярным направлениям»⁴¹⁵.

Таким образом, неоднородность магнитного поля позволяла получить сигнал от небольших участков объекта. Дальнейшие изменения поля в пространстве и времени, дали возможность наблюдать сигнал от разных участков образца, тем самым сформировав пространственную картину. В связи с тем, что неоднородное поле резко снижало интенсивность сигнала от объекта (реагировала только его малая часть), наблюдать их было возможно лишь от ядер, находящихся в высокой степени концентрации, например, в протонсодержащих объектах – в биоорганизмах (человек и животные) – в молекулах воды⁴¹⁶.

Именно идея Лаутербура открыла путь к построению изображений на основе ЯМР. Многие более поздние разработки были также созданы в его лаборатории в

⁴¹³ Магнитный резонанс в медицине ... С. 230.

⁴¹⁴ Lauterbur P. C. Image formation by induced local ... P. 190-191.

⁴¹⁵ Лауреаты Нобелевской премии 2003 года ... С. 6-8.

⁴¹⁶ Там же.

конце 1970–80-х гг. В январе 1974 г. на конференции Международного общества магнитного резонанса (ISMAR – International Society of Magnetic Resonance) в Бомбее он представил свой подход к ЯМР- томографии⁴¹⁷.

Получение электрических сигналов – это лишь часть современного метода МРТ. Обработка сигналов, интерпретация полученных данных представляют огромный объём информации, требующей программного обеспечения мощного компьютера. В основе математических расчётов лежат *Фурье-преобразования*⁴¹⁸. Разработка математического аппарата для анализа электрических сигналов и построения пространственных изображений объектов на его основе принадлежит другому учёному – Питеру Мэнсфилду⁴¹⁹ (профессор физического факультета Ноттингемского университета, Великобритания). Он внёс огромный вклад в разработку импульсных последовательностей для МРТ и техники быстрых МР- исследований. «Работы Мэнсфилда вначале могли показаться сугубо теоретическими, однако именно они оказались вторым краеугольным камнем нового эффективного метода получения изображений внутренних органов человека»⁴²⁰. Мэнсфилд «провёл метод МРТ от физического эксперимента до медицинского применения»⁴²¹. В октябре 2003 г. П. Лаутербур и П. Мэнсфилд были удостоены Нобелевской премии в области физиологии и медицины «...за решающий вклад в изобретение и развитие метода магнитной резонансной томографии»⁴²².

⁴¹⁷ Магнитный резонанс в медицине ... С. 231.

⁴¹⁸ Преобразование Фурье – операция, сопоставляющая одной функции вещественной переменной другую функцию вещественной переменной. Эта новая функция описывает коэффициенты («амплитуды») при разложении исходной функции на элементарные составляющие – гармонические колебания с разными частотами. / по Зорич В. А. Математический анализ. М., 1984. 544 с.

⁴¹⁹ Sir Peter Mansfield / The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2003 [Электронный ресурс]. URL: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/mansfield-facts.html (дата обращения 25.07.2012).

⁴²⁰ Лауреаты Нобелевской премии 2003 года ... С. 6-8.

⁴²¹ Анисимов Н. В., Батова С. С., Пирогов Ю. А. Магнитно-резонансная томография ... С. 50.

⁴²² Лауреаты Нобелевской премии 2003 года ... С. 6-8.

С конца 1970-х гг. американские и европейские учёные начали интенсивно работать в области МРТ. В 1977 г. группа Мэнсфилда предложила эхо-планарную томографию, представив первые изображения, полученные с её помощью. «В 1981 году Роджер Ордидж продемонстрировал первую серию движущихся МР-изображений в режиме кино-петли»⁴²³. Европейские лаборатории работали над методикой быстрого получения изображений – быстрая томография. В 1986 г. в Университете Фрейбурга Ю. Хенниг и Х. Фрейбург разработали последовательность RARE (Rapid Acquisition with Relaxation Enhancement – быстрое получение изображений с усиленной релаксацией). В то же время в институте биофизической химии им. Макса Планка (Гёттинген) благодаря разработкам А. Хааза, Д. Фрама, Д. Маттея, В. Хёника и Д.К. Мерболдта появилась последовательность FLASH (Fast Low Angle Shot – быстрая экспозиция с малым углом отклонения), открывшая дорогу к созданию градиентных последовательностей. Эти последовательности достаточно быстро были приняты для использования в серийных томографах. С начала 1980-х гг. техника магнитного резонансного изображения (Magnetic resonance imaging – MRI) стала активно применяться в области медицинской диагностики⁴²⁴.

Поскольку область применения МРТ находилась на стыке нескольких наук, таких как физикохимия, компьютерные технологии, биология и медицина, наиболее плодотворными оказались междисциплинарные научные группы с развитым «перекрёстным опылением» и взаимодействием. Появлялись исследовательские группы, включающие учёных-физиков, математиков, врачей. Подобный вид взаимодействия радиологов и физиков, по-видимому, был бы эффективной комбинацией. Однако он не прижился в европейских академических системах, т. к. МРТ постепенно становилась всё более рутинным диагностическим методом, не требующим пристального внимания учёных в обыденной клинической практике.

⁴²³ Магнитный резонанс в медицине ... С. 232.

⁴²⁴ Mattson J., Simon M. The pioneers of NMR and magnetic resonance in medicine. Jericho, NY (USA) 1996. 575 p.

Еще одной заслугой европейских исследований в медицинском применении МРТ стала разработка контрастных веществ. Идея возможности их создания была высказана учёными, работавшими в университетах США: М.Е. Мендонцей-Диас, П. Лаутербуром, Р. Брашем и Г. Вольфом⁴²⁵. Однако научные исследования и коммерческие разработки проводились в основном в Европе. В 1984 г. исследователями из Хаммерсмита (Д. Х. Карр) и Берлина (В. Шёрнер) были опубликованы первые МР- томограммы человека с контрастным усилением. В 1988 г. контрастное вещество Магневист было разрешено к клиническому применению. Затем были разработаны Дотарем (фирма Гербе, Париж) и первый неионный парамагнитный контраст – Омнискан (фирма Никомед)⁴²⁶.

Что касается приборов в области ЯМР, то к середине 1980-х гг. важнейшими их производителями были фирмы «Вариан» (Varian, США), Джеол (JEOL, Япония) и Брукер (Bruker-Spectrospin, ФРГ). Большинство открытий в области МРТ в европейских и российских исследованиях были сделаны с помощью оборудования фирмы Брукер.

Стоит отметить, что «первым производителем оборудования, начавшим изготавливать компьютерные томографы для исследования всего тела, была фирма ЕМІ (1974 г.). позднее она вошла в компанию Пикер (Маркони). Примерно в то же время к исследованиям в области МРТ приступила фирма Philips»⁴²⁷. За ними последовали другие компании в США, Швейцарии и Германии. За небольшим исключением, все магниты для первых МР-томографов изготавливала английская фирма по производству магнитов (Oxford Magnets), до настоящего времени большинство магнитных установок также производится в основном фирмами, расположенными недалеко от Оксфорда.

В 1978 г. Р. Дамадиан начал производство сканеров МРТ, создав собственную компанию ФОНАР (FONAR). В 1980 г. фирма выпустила первый серийный МР- прибор – томограф "нулевой" эпохи. Это был сканер для всего тела.

⁴²⁵ Магнитный резонанс в медицине ... С. 232-234.

⁴²⁶ Там же.

⁴²⁷ Там же. С. 234.

К началу 1980-х гг. с МР- томографами для всего тела работали только около дюжины исследовательских групп. Спустя десятилетие количество приборов возросло до 6000 по всему миру и прогнозировалось, что к концу XX века будет не менее одного прибора на каждые сто тысяч населения в США, Японии, странах ЕС (Европейского союза) и ЕАСТ (Европейской ассоциации свободной торговли)⁴²⁸.

Использование оборудования МРТ в клинической практике требовало обучения пользователей, как правило, специальных операторов и врачей-радиологов. В апреле 1976 г. в Ноттингеме прошла Первая Европейская конференция по ЯМР. Вторая конференция состоялась в 1981 г. в США (Уинстон-Салем, штат Северная Каролина). Требование времени привело к резкому увеличению количества конференций. В начале 1980-х гг. был образован Европейский Семинар по магнитному резонансу в медицине (в дальнейшем Европейский форум по магнитному резонансу EMRF Foundation), его первое ежегодное заседание состоялось в 1983 г. (Монс, Бельгия). Затем последовали многочисленные подобные мероприятия по всей Европе. Кроме того, крупнейшие европейские конференции по МРТ были организованы Европейским обществом магнитного резонанса в медицине и биологии (ESMRMB), созданным в Женеве в 1983 г., Европейским конгрессом радиологов и национальными радиологическими и медицинскими обществами⁴²⁹.

Почему этот метод получил столь решающее значение для практической медицины и распространился столь широко в клинической практике по всему миру? Отвечая на этот вопрос, необходимо отметить, что существуют три возможности получения послойных изображений биологических тканей: в рентгеновском, ультразвуковом и радиоволновом диапазонах. В остальных областях излучение сильно поглощается тканями и не может быть использовано для визуализации. По сравнению с рентгеновскими и радиоизотопными методами, техника магнитно-резонансного изображения (МРИ или иначе МРТ) использует

⁴²⁸ Магнитный резонанс в медицине ... С. 234.

⁴²⁹ Там же. С. 232-234; см. также: Andrew E. R. A historical review of NMR and its clinical applications. In: Steiner RE, Radda G. K. Nuclear magnetic resonance and its clinical applications. Brit. Med. Bull 1984; 40: 115-119.

радиоволны метрового диапазона. Таким образом, излучаемая энергия МРТ на девять порядков ниже, чем у вышеназванных методов, использующих X-лучи. Это определяет её преимущества⁴³⁰ перед рентгеновским и ультразвуковым исследованиями, такие как:

- безопасность обследования;
- необязательное применение контрастных веществ в «рутинной» клинической диагностике;
- получение изображений в разных плоскостях;
- высокая разрешающая способность и высокая естественная контрастность мягких тканей.

Обратим внимание на тот факт, что с внедрением метода ЯМР в клиническую визуализацию (медицинская томография), прилагательное *ядерный* было опущено маркетологами и радиологами из-за того, что в массовом сознании оно имело негативную коннотацию. Существовала вероятность, что обычные люди могли бы не отличить смысл одного понятия *ядерный* от другого. Таким образом в медицинской диагностической практике закрепилось понятие МРТ (магнитно-резонансная томография) и МРС (магнитно-резонансная спектроскопия). Однако необходимо иметь в виду, что речь идёт о ядре, т. к. существует другой вид резонанса, который может быть использован для получения изображений – электронно-спиновый (парамагнитный) резонанс (ЭПР), который подразумевает взаимодействие электронов атома с магнитным полем (Глава 1).

Развитие медицинских приложений МРТ в России с формальной точки зрения началось с середины 1980-х гг., когда были созданы первые отечественные экспериментальные МР-системы и начались закупки зарубежных серийных МР- томографов. Тем не менее, следует обратить внимание на два обстоятельства,

⁴³⁰ Введение в МР-томографию ... С. 10; см. также: Терновой С. К., Сеницын В. Е. Итоги и перспективы развития новых методов диагностики в России // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 октября 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/2000/plen02.html>, (дата обращения 17.05.2016).

связанных с развитием метода ЯМР и фундаментальных исследований в этой области в отечественных разработках.

Первые успешные эксперименты по регистрации ЯМР и ЭПР в конденсированных средах были проведены российским исследователем Е. К. Завойским⁴³¹ в 1941–45 гг., он наблюдал возникновение электронного спинового резонанса от парамагнетика (ЭПР)⁴³². Однако из-за несовершенства оборудования и ограничения в средствах ему не удалось продолжить работу в этом направлении. В дальнейшем он занимался исследованиями в областях ЭПР и термоядерного синтеза. Отсутствие публикаций в западной научной литературе в период Второй мировой войны, политическая обстановка в стране привели к тому, что работы Завойского остались без внимания западных коллег и получили заслуженное признание лишь к концу XX в. В 1999 г. Международное Общество Магнитного Резонанса в Медицине (ISMRM) в память о заслугах учёного учредило ежегодную стипендию его имени (E. Zavoisky) для студентов и врачей из Восточной Европы и стран бывшего СССР⁴³³. Эта инициатива была поддержана в МТЦ СО РАН. Учёным советом Центра два раза в год рассматриваются и утверждаются решения кафедры химической и биологической физики ФФ НГУ о присуждении студентам стипендии им. Е. К. Завойского, учреждённой МТЦ СО РАН.

Второй попыткой стали исследования внутренней структуры вещества в неоднородных магнитных полях⁴³⁴, предпринятые в 1960 г. инженером В. А. Ивановым. Российский изобретатель, хорошо знакомый с техническими применениями гидромагнетизма, а также работами американских учёных, открывших ЯМР, предложил получать изображения пространственного

⁴³¹ Завойский Евгений Константинович (28.09.1907 – 9.10.1976) – советский физик-экспериментатор, академик АН СССР с 1964 г., доктор физико-математических наук, Казанский университет // [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-50483.ln-ru.dl-pr-inf.uk-12 (дата обращения 17.07.2015).

⁴³² Завойская Н. Е. История одного открытия. С. 43-65; Анисимов Н. В. и др. Магнитно-резонансная томография ... С. 47.

⁴³³ Магнитный резонанс в медицине ... С. 238.

⁴³⁴ Анисимов Н. В. и др. Указ. соч. С. 48.

распределения сигналов от прецессирующих спинов с применением неоднородного магнитного поля. Однако, в заявке Иванова не конкретизировался тип неоднородности поля. Это была первая попытка получить патент на использование ЯМР в медицинской диагностике и создание изображений на основе этого метода⁴³⁵. Концепция МРТ, предложенная В.А. Ивановым, возможность её практической реализации вызвала сомнения, и решение о выдаче патента было отложено. Лишь в сентябре 1984 г в значительной степени под влиянием успехов МРТ и её медицинских приложений патент «Способ определения внутреннего строения материальных объектов» (SU 1112266, с использованием ядерного магнитного резонанса)⁴³⁶ был выдан. Кроме того, В.А. Иванов зарегистрировал порядка 10 изобретений практического применения метода ЯМР в различных областях исследований⁴³⁷.

Появление публикаций о диагностических возможностях нового метода лучевой диагностики в западной печати, а также появление первых отечественных МР-систем уже в 1979 г. привели к решению о начале разработок по созданию собственных МР-томографов. В 1982–83 гг. были созданы МР- системы для всего тела с резонансной частотой 6 МГц. Это был совместный проект Министерства электротехнической промышленности, Академии наук и Академии медицинских наук СССР при техническом содействии фирмы Брукер, который осуществлялся при активном участии отечественных специалистов в области медицинской визуализации (профессор Ю. Н. Беленков⁴³⁸ и профессор С. К. Терновой⁴³⁹).

⁴³⁵ Анисимов Н. В. и др. Указ. соч. С. 49.

⁴³⁶ Иванов В. А. Патент № 1112266 [Электронный ресурс]. URL: <http://patents.su/?page=archives;> <http://www.findpatent.ru/patent/111/1112266.html> (дата обращения 25.09.2012).

⁴³⁷ Иванов В. А. Патенты. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/byauthors/849010> (дата обращения 25.09.2012).

⁴³⁸ Беленков Юрий Никитич (9.02.1948) – советский и российский кардиолог, академик РАМН с 1999 г., академик РАН с 2013 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/biology/text/3289366> (дата обращения 30.12.2015).

⁴³⁹ Терновой Сергей Константинович (13.10.1948) – специалист в области лучевой диагностики, академик РАМН с 1999 г., академик РАН с 2013 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biograph.ru/index.php/whoiswho/11-medicine/1240-ternovoisk> (дата обращения 30.12.2015).

Первые результаты этих исследований показали диагностическую эффективность клинического использования нового метода при заболеваниях центральной нервной системы и сердца⁴⁴⁰. Научная и техническая база, созданная в результате таких работ, в дальнейшем была использована фирмами, начавшими в конце 1990-х гг. производство отечественных низкопольных МР- томографов. Фирма «Аз» (Москва), наиболее известная и продуктивная из них, установила более 60 приборов с резистивными и постоянными магнитами с полем 0,12-0,14 Тл⁴⁴¹.

Первый резистивный томограф Томикон ВМТ-1000 (0,23 Тл, Брукер, ФРГ) установленный в 1984 г. во Всесоюзном кардиологическом научном центре (ВКНЦ) АМН СССР, позволил начать широкомасштабное клиническое и научное использование МРТ в СССР. Лаборатория Кардиоцентра под руководством профессора Ю. Н. Беленкова внесла значительный вклад в распространение этого метода, его популяризацию в клинической диагностике, обучение и подготовку специалистов-пользователей в области МР- томографии⁴⁴². В 1984 г. были опубликованы первые результаты в СССР в статье по МР- томографии сердца в клинической и экспериментальной медицине⁴⁴³.

Первые изображения сердца с помощью МР- томографа были получены В. Е. Сеницыным в 1986 г., тогда же начались эксперименты с магнитными контрастными препаратами (М. Паписов, В. Сеницын). Однако работы по созданию отечественных контрастов для МРТ не получили поддержки, а западные парамагнитные контрасты появились в России значительно позднее. Спустя почти десятилетие, в 1993 г., был зарегистрирован Магневист (фирма «Шеринг»), в 1994 г. – неонный Омнискан (фирма «Никомед») и в 1999 г. – Дотарем (фирма «Гербе»).

⁴⁴⁰ Магнитный резонанс в медицине ... С. 238.

⁴⁴¹ Научно-производственная фирма "Аз" Российский производитель магнитно-резонансных томографов. История компании. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.az-mri.com/ms/index11.php> (дата обращения 23.09.2012).

⁴⁴² Магнитный резонанс в медицине ... С. 239.

⁴⁴³ Беленков Ю. Н., Афонская Н. И., Пустовитова Т. С. и др. Определение размеров сердца экспериментальных животных с помощью томографии, основанной на принципе ядерного магнитного резонанса. // Кардиология. 1984. XXIV. № 6. С. 11-15.

Второй подобный прибор был установлен в Институте нейрохирургии им. Бурденко (отдел профессора В. Н. Корниенко) в 1986 г. Наконец, в 1987 г. были достигнуты договорённости с фирмой Брукер, АН СССР и его Сибирским отделением о создании в Академгородке (Новосибирск) совместного Научно-методического центра по ЯМР- томографии при ИХКиГ СО АН СССР. Группа Р.З. Сагдеева получила томограф Tomikon BMT-1100 в 1988 г.

В начале 1990-х гг. покупка МР- томографов была доступна лишь немногим академическим центрам. Приобретались менее дорогие низкочастотные МР- системы (0,02-0,28 Тл), всего к 1990 г. в СССР работало только 15 приборов. В конце 1991 г. в ВКНЦ (Москва) в отделе томографии под руководством С. К. Тернового была начата эксплуатация первого в стране высокопольного МР- томографа (1,5 Тл)⁴⁴⁴. Первый сверхпроводящий томограф был установлен в 1993 г. в Рязани.⁴⁴⁵

Несмотря на тяжёлую экономическую и политическую ситуацию 1990-х гг., количество довольно дорогостоящих МР- систем постепенно увеличивалось. Сложилась отечественная школа МРТ, публиковались работы в этой перспективной области медицинской диагностики, издавались руководства пользователей МР- приборов и сопутствующего оборудования, совершенствовалось программное обеспечение.

Активное участие в международных конгрессах и симпозиумах по МР- томографии позволило на мировом уровне показать возможности отечественных исследователей в диагностике различных заболеваний и результаты научных изысканий в биологии и медицине. Также увеличивалось организационное участие нашей страны в международных конференциях, посвященных МРТ. Особого внимания заслуживает Международная конференция «Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография в многопрофильной клинике» (ноябрь 1997 г.,

⁴⁴⁴ Магнитный резонанс в медицине ... С. 239;

⁴⁴⁵ Материалы личного архива инженера МТЦ СО РАН А. А. Резакова. См. также: Материалы МТЦ СО РАН. Отчёты ... 1993-95 гг.

Москва) поскольку она отражала уровень МРТ- исследований, достигнутый в мире на тот период⁴⁴⁶.

Конференция открылась приветственными выступлениями академика В. Д. Федорова и президента Российской ассоциации радиологов профессора П. В. Власова. Доклад Ф. Зоннельфельда (Утрехт, Нидерланды) «Сегодня и завтра компьютерной томографии» был посвящён в основном использованию этого нового вида исследования в хирургии с целью правильного планирования тактики оперативного вмешательства. Для получения полной информации о патологических изменениях органов и тканей человеческого организма он рекомендовал более широкое использование возможностей КТ в предоперационном, операционном и послеоперационном периодах.

Большое внимание на конференции уделялось работам, связанным с использованием МРТ в клинической практике. С докладом о применении магнитного резонанса в медицине выступил У. Айхофф (представитель фирмы Брукер, соучредителя МТЦ СО РАН, Германия), показав хорошие диагностические возможности высокоэнергетических МРТ. Эти системы позволяли обследовать патологически изменённые ткани и органы человеческого организма на молекулярном уровне.

У. Айхофф обосновал, что «в клинической практике приборы с высоким полем могут дать превосходные изображения, если применяются подходящие импульсные и градиентные последовательности с учётом особенностей поведения сигналов при этих полях. Высокопольные МР- томографы способствуют исследованию с высоким разрешением нервной и сердечно-сосудистой систем в физиологическом и патологическом состояниях в реальных временных рамках»⁴⁴⁷. В докладе также отмечалось, что исследования сибирских учёных с помощью МР- ангиографии, основанной на использовании высоких магнитных полей,

⁴⁴⁶ Материалы Международной конференции "Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография в многопрофильной клинике" 11-12 ноября 1997 г., г. Москва. 295 с.

⁴⁴⁷ Камалов И. И. // По материалам Международной конференции "Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография в многопрофильной клинике" (11-12 ноября 1997 г., Москва) // Казан, мед. журн. 1998. Т. 79. № 3. С. 235-237.

«позволили получить изображение по коэффициенту диффузии, а также сверхбыстрые методы для динамической и функциональной томографии, использующие незначительную часть намагниченности»⁴⁴⁸. Оценив профессионализм российских коллег, применяющих МРТ-метод в своих исследованиях, У. Айхофф высказал надежду на их дальнейшее расширение в российской диагностической практике.

Метод МРТ оказался одним из самых быстроразвивающихся и перспективных диагностических методов, был востребован клиницистами и получил широкое распространение в системе здравоохранения крупных городов. Технология лечебно-диагностического процесса изменилась коренным образом, МРТ способствовала повышению её уровня и эффективности⁴⁴⁹. Однако в большинстве случаев происходило удорожание диагностических практик, связанное с внедрением дорогостоящего оборудования и его обслуживания. Программа⁴⁵⁰ Правительства РФ, включающая мероприятия и государственные гарантии по оказанию бесплатной медицинской помощи гражданам РФ, не могла удовлетворить потребность населения в высокотехнологичной диагностике. Это было обусловлено небольшим парком МРТ-аппаратуры, ограничивающим доступность их проведения и внедрения в систему городского здравоохранения. Что в свою очередь привело к увеличению числа медицинских учреждений, предоставляющих услуги МРТ-диагностики на коммерческой (возмездной) основе⁴⁵¹.

⁴⁴⁸ Камалов И. И. Указ. соч. С. 235-237.

⁴⁴⁹ Терновой С. К., Сеницын В. Е. Итоги и перспективы развития ... [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/2000/plen02.html>, (дата обращения 17.05.2016).

⁴⁵⁰ Постановление Правительства РФ № 1387 от 5 ноября 1997 г. «О мерах по стабилизации и развитию здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=7&nd=102049915&bpa=cd00000&bpas=cd00000&intelsearch=%CE+%E3%EE%F1%F3%E4%E0%F0%F1%F2%E2%E5%ED%ED%EE%E9+%E3%F0%E0%E6%E4%E0%ED%F1%EA%EE%E9+%F1%EB%F3%E6%E1%E5++ (дата обращения 12.10.2014).

⁴⁵¹ Березина Н. А. Научное обоснование организации магнитно-резонансной томографии медицинскими учреждениями различных форм собственности в условиях крупного города, автореферат дис. ... канд. мед. наук, Санкт-Петербург, 2008. С. 1-15.

Комплексный анализ использования парка МР- томографов в России и тенденций развития мирового рынка показал, что к концу 1990-х гг. в основном производились и соответственно использовались томографы двух типов:

1) со сверхпроводящими магнитами закрытого (тоннельного) типа с высокой напряженностью поля (0,35-1 Тл) – с целью получения высокого качества изображений и максимальной информативности;

2) с резистивными магнитами открытого типа с низкой напряженностью поля (не более 0,2 Тл) – с целью улучшения комфортности пациента и удобства работы врача⁴⁵².

Современные тенденции развития МРТ- аппаратуры были представлены на выставке «Здравоохранение-98» (Москва, 1998 г.). В рамках её работы прошли презентации отечественных и зарубежных фирм, были организованы научно-практические семинары при участии медицинских учреждений, ведущих специалистов медицинской науки. Кроме того, выставка носила и популярно-просветительский характер и была адресована не только специалистам-медикам, но и широкой аудитории, заинтересованной в развитии отечественного здравоохранения⁴⁵³.

На практике отечественная МР- техника, используемая в специализированных диагностических отделениях, не всегда могла конкурировать с лучшими зарубежными аналогами. Состояние и развитие разработок, промышленного освоения и реализации медицинской техники является одной из основных составляющих, характеризующих медицинскую промышленность.

⁴⁵² Бурцев Е. М., Бокерия Л. А., Бухарин В. А., Фраерман А. П., Нестерихин Ю. Е. Будущее отечественной магнитно-резонансной томографии // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 октября 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t18.html> (дата обращения 17.05.2016); см. также: Блинов Н. Н., Мазуров А. И. Медицинская рентгенотехника на пороге XXI века // Мед. техника. 1999. № 5. С. 3-6; Они же. Современная роль рентгеновской техники в медицинской интроскопии // Мед. техника. 1998. № 6. С. 3-5; Блинов Н. Н., Чикирдин Э. Г. Технологическая база лучевой диагностики // Вестн. рентгенологии и радиологии. 1998. № 5. С. 58-59.

⁴⁵³ Морданов Р. Специализированные медицинские выставки-98 // Remedium. 1998. № 11. С. 40-41.

В свою очередь обеспечение здоровья населения и развития отечественного здравоохранения в значительной степени определяется состоянием и развитием этой промышленности. Отечественная медицинская техника 1990-х гг. включала широкую номенклатуру приборов, аппаратов, инструментов, оборудования, полимерных материалов, подвижных средств, очковую оптику и ряд других медицинских изделий. В период 1992–1995-х гг. в области медицинского приборостроения было задействовано примерно 1200 предприятий медицинской промышленности, число которых сократилось примерно до 700 к 1998 г., из них по приборостроению продолжало работать около 500 предприятий⁴⁵⁴.

«Динамика развития медицинской промышленности в части медицинской техники определялась ограничением платежеспособного спроса отечественных лечебно-профилактических учреждений, опережающим ростом издержек производства по сравнению с ростом цен на продукцию, а также конкуренцией со стороны зарубежных производителей»⁴⁵⁵. Хотя выпуск продукции сохранялся в объёмных показателях (в денежном выражении примерно 2 млрд. руб. в ценах начала 1998 г.) примерно на одном уровне, количественный и номенклатурный показатель снизился к 1998 г. в 2 раза (по отношению к 1990 г.), а удовлетворение потребности здравоохранения в медицинской продукции за счёт отечественного производства снизилось за этот период с 70-75% до 30%. С 1991 г. наметилась устойчивая тенденция спада бюджетного финансирования разработок. Так в 1996 г. объём финансирования составил всего 40% от запланированного, а в 1997–98 гг. финансирование со стороны Минздрава РФ отсутствовало полностью. Большинство разработок осуществлялось за счёт собственных средств предприятий и организаций или иных источников⁴⁵⁶.

⁴⁵⁴ Викторов В. А. Состояние и перспективы развития разработок и промышленного освоения медицинских приборов и аппаратов в России / ЗАО «ВНИИМП-ВИТА» (НИИ медицинского приборостроения) РАМН, г. Москва // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 октября 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: https://mks.ru/library/text/biomedpribor/98/p_t1.htm (дата обращения 22.11.2016)

⁴⁵⁵ Викторов В. А. Состояние и перспективы развития ... [Электронный ресурс]. URL: https://mks.ru/library/text/biomedpribor/98/p_t1.htm (дата обращения 22.11.2016).

⁴⁵⁶ Там же.

Принимая во внимание эти трудности, следует отметить, что в области научных исследований и разработок по медтехнике всё-таки были достигнуты определенные результаты⁴⁵⁷. Как уже отмечалось, в конце 1990-х гг. в России и странах СНГ производство МР- томографов было налажено, хотя и единственным изготовителем – московским предприятием Научно-производственной фирмой «Аз» (НПФ «Аз»)⁴⁵⁸. Фирма была создана в сложных экономических условиях в 1988 г. При непосредственной поддержке и финансировании Министерства экономики РФ и Министерства здравоохранения РФ и в соответствии с программой конверсии НПФ «Аз» удалось в кратчайшие сроки разработать первый отечественный МР- томограф «Образ-1» и с 1991 г. начать его серийное производство⁴⁵⁹.

За 8 лет были разработаны МР- томографы: «Образ-2», «Образ-3», «Образ-4», «Isona 6400», «Образ-2М» за счёт реинвестирования прибыли в НИОКР и подготовку производства. В сентябре 1996 г. НПФ «Аз» получила разрешение на серийное производство МР-томографа нового поколения «Эллипс» (0.15 Тл, на постоянном магните), завершая в это же время разработку ещё одного МР- томографа «Диамаг» (0.2 Тл). В последнем предлагалось внедрение новой системы управления, реализованной с применением цифровых сигнальных процессоров TMS фирмы Texas Instruments. «Интеллектуализация» системы управления давала возможность как цифровой обработки сигнала, так и обладала способностью задавать ключевые параметры сканирования в цифровой форме. *(Например, за счёт задания специальной формы радиочастотных импульсов появилась возможность одновременного сбора данных для двух слоёв, ускоряющая*

⁴⁵⁷ ФЦП "Развитие медицинской промышленности в 1998 - 2000 годах и на период до 2005 года", утвержденная постановлением Правительства РФ № 650 от 24 июня 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/4174858/#block_10000 (дата обращения 12.10.2014); Викторов В. А. Состояние и перспективы развития и производства отечественной медицинской техники // III Всероссийский форум "Медтехника'04" 20–21 апреля 2004 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.farosplus.ru/index.htm?/mtmi/mt_21/sost_perspekt_mt.htm (дата обращения 01.12.15).

⁴⁵⁸ Научно-производственная фирма "Аз" Российский производитель магнитно-резонансных томографов. История компании. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.az-mri.com/ms/index11.php> (дата обращения 23.09.2012).

⁴⁵⁹ Там же.

процесс сканирования). Отметим, что существенным преимуществом отечественных томографов оказалась их стоимость, которая была значительно ниже импортных: 480- 500 тыс. долл. США – «Образ», «Диамаг», 650- 750 тыс. долл. США – «Эллипс», в то время как 800-2.100 тыс. долл. США за импортный томограф. Только за счет экономии средств на оснащение медицинских организаций, использующих метод МР- томографии, Госбюджет РФ сохранил порядка 30-35 млн. долл. США⁴⁶⁰. «Косвенный экономический эффект от применения МР-томографов в медицинской практике, возникающий по оценкам медицинских специалистов за счёт снижения количества койко-дней нахождения больного в лечебном учреждении в среднем на 15-20 %, по нормативам составил 667 920 деноминированных рублей в год для больницы на 200 койко-мест»⁴⁶¹.

Таким образом, к началу нового века в России примерно лишь в 80 лечебных учреждениях имелись МР- томографы, представленные в основном моделями типа «Образ» (с закрытым магнитом и напряженностью поля 0,14 Тл), либо его модификацией «Эллипс», созданной на базе закрытого постоянного магнита (с напряженностью поля 0,15 Тл) производства США и по диагностическим возможностям незначительно отличающейся от своего предшественника⁴⁶².

Производственные мощности фирмы НПФ «Аз» позволяли выпускать 24 МР- томографа в год, максимальный объём производства был достигнут в 1994 г. (22 МР- томографа). Однако по итогам 1997 г. в клиники России и стран СНГ было поставлено всего 5 МР- томографов и произведена модернизация 4 приборов, находящихся в эксплуатации. В связи с низкими объёмами производства, вызванными недостаточным бюджетным финансированием учреждений здравоохранения, объём реализации составил около 3.153 тыс. долл. США. Для

⁴⁶⁰ Архангельский В. А. Магнито-резонансная томография // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 октября 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t1.htm> (дата обращения 22.11.2016).

⁴⁶¹ Там же.

⁴⁶² Бурцев Е. М. и др. Будущее отечественной магнитно-резонансной томографии ... [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t18.html> (дата обращения 17.05.2016).

снижения отпускных цен на оборудование при сохранении диагностических возможностей, а также в целях расширения рынка сбыта МР- томографов в России и за рубежом, НПФ «Аз» приняла решение о новой концепции развития и создании специализированных МР-томографов: для детей; с открытым магнитом (OPEN); для полевых условий (заказчик – МЧС); для отдельных частей тела. Кроме того, в их производстве предполагалось использование дешёвых стандартных импортных комплектующих⁴⁶³.

Параллельно с этими проектами в 1997 г. по инициативе группы учёных, врачей и производителей, объединившихся в НПП «Знамя», совместно с фирмой FONAR (США) был создан МР- томограф на основе прибора "QUAD" (FONAR) и компьютерно-аналитического комплекса УНИКОН-М, разработанного под эгидой и при участии Ивановской государственной академии. Этот прибор обладал рядом уникальных параметров:

- открытый доступ к пациенту с четырёх сторон;
- при использовании резистивного магнита напряженность магнитного поля (0,35-0,6 Тл) находится на уровне сверхпроводящих магнитов (работа которых связана с использованием жидкого гелия, а соответственно с высокой стоимостью эксплуатации – до 300 тыс. руб. в год, опасностью взрывного выброса гелия при ошибках эксплуатации, и наконец, низкой доступностью этого газа в России);
- высокое качество изображения, как следствие высокой напряженности поля;
- наличие уникальных режимов сканирования, включая МР-ангиографию;
- возможность проведения хирургических операций и сканирования одновременно;
- оснащённость комплексом УНИКОН-М, что значительно увеличивает пропускную способность, позволяет осуществлять трехмерный анализ изображения, удешевляет эксплуатацию за счет замены рентгеновской пленки на

⁴⁶³ Архангельский В. А. Указ. соч. [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t1.htm> (дата обращения 22.11.2016).

бумагу, позволяет иметь легкодоступный электронный архив практически неограниченного объема;

- низкие эксплуатационные расходы;

- сравнительно низкая цена – 900 тыс. долларов, против 1,5-2 млн. долларов за МР- томограф со сверхпроводящим магнитом при более низких потребительских свойствах.

Современный уровень, сравнительно низкая цена, небольшие эксплуатационные расходы, приспособленность к любому региону России делали такой томограф возможным лидером на мировом и, особенно, на российском рынке. Его использование в широких масштабах позволяло поднять медицинскую диагностику в регионах России на более высокую ступень. Помимо комплектации совместного томографа комплексом УНИКОН-М, НПП «Знамя» должно было осуществлять подготовку помещений, монтаж оборудования, гарантийное и сервисное обслуживание. Совместное производство томографа планировалось на производственных площадях НПП «Знамя»⁴⁶⁴.

Благодаря усилиям отечественных производителей и в ходе реализации федеральной целевой программы «Развитие медицинской промышленности в 1998-2000 годах и на период до 2005 года», к концу XX века количество МР- систем в России достигло 130⁴⁶⁵. При этом наблюдались существенные территориальные различия по обеспечению регионов России МР- оборудованием. В некоторых областях не было ни одной МР- системы или существовали лишь единичные приборы, в то же время в ряде крупных городов количество томографов было представлено несколькими десятками, например, в Москве было установлено около 60 МР- томографов.

В конце 1990-х гг. российская медицина и клиническая диагностическая практика переживали сложный период, который значительно затянулся во времени. Главная причина этого видится в неблагоприятной экономической

⁴⁶⁴ Бурцев Е. М. и др. Указ. соч. [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t18.html> (дата обращения 17.05.2016).

⁴⁶⁵ Викторов В. А. Состояние и перспективы развития ... [Электронный ресурс]. URL: https://mks.ru/library/text/biomedpribor/98/p_t1.htm (дата обращения 22.11.2016).

ситуации в стране. Однако пациенты нуждались в диагностике и лечении вне зависимости от состояния экономики. Ранняя диагностика, более эффективное лечение, укорочение сроков пребывания в больницах, предотвращение нетрудоспособности и профилактика заболеваний могли бы привести к снижению затрат на здравоохранение. Ряд исследований в западных странах по экономическим аспектам использования методов лучевой диагностики убедительно показал: широкое и целенаправленное использование сложных и дорогостоящих методов диагностики – таких как МРТ и КТ – экономически более эффективно, чем использование рутинных диагностических методик. Подтверждается это и на практике – современные технологии занимают лидирующее положение в медицине.

2.3. Медико-биологические приложения МРТ: практическое применение и перспективы развития в МТЦ СО РАН

Высокая диагностическая эффективность МРТ, позволяющая получать уникальную информацию, которую не могут предоставить другие методы визуализации, обеспечила этому методу быстрое внедрение в клиническую практику и научно-исследовательские проекты. Применение МР-томографии в изучении различных органов и систем в большинстве случаев способно заменить более дешёвые, но не всегда достаточные по информативности методы ЛД, применяющие ионизирующие излучения. Более безопасные методики (МРТ, КТ, УЗИ и т. п.) могли получить максимальное использование в диагностических целях в ближайшем будущем и в перспективе стать одной из отличительных черт медицины XXI столетия. Принимая во внимание такие прогнозы, к концу 1990-х гг. остро встал вопрос о наиболее рациональном использовании имеющихся в лечебной сети МР-томографов за счёт развития и внедрения ранее не используемых методик исследования, а также разработок новых МР- систем, имеющих значительные отличия от существовавших ранее.

В Новосибирске к началу 2000-х гг. насчитывалось порядка десяти приборов с разными физико-техническими характеристиками в зависимости от напряжённости магнитного поля. Практически все системы были поставлены ведущими производителями диагностического оборудования (Bruker, General Electric, Siemens, Toshiba, Philips). Однако были также отечественные системы – низкопольный томограф «Образ» (0.14 Тл) научно-производственной фирмы «Аз» (Москва) (раздел 2.2.).

Тенденции развития здравоохранения начала 1990-х гг. определяли концептуальные подходы к совершенствованию организационной и медицинской технологии диагностического процесса и требовали внедрения новых радиационно-безопасных нелучевых методов исследования, таких как магнитно-резонансная томография.

Первые МР- томографы появились в клиниках города уже к середине 1990-х гг.: в Новосибирской областной клинической больнице (томограф фирмы General Electric), в клинике НИИТО (отечественный томограф «Образ»), в городской клинической больнице №34 (томограф R28 фирмы Bruker)⁴⁶⁶. Тем не менее, приоритет в научных исследованиях и медицинской диагностике по основным направлениям МР- томографии всегда оставался за Международным томографическим центром СО РАН.

Кратко направление работ, проводившихся в Диагностическом отделе Центра того периода, можно охарактеризовать как создание новых и совершенствование существующих методик магнитно-резонансной томографии. С целью достижения максимальной эффективности экспериментов была создана математическая модель МР- эксперимента, позволяющая оптимизировать важные характеристики на основе траекторий сканирования k -пространства. Для создания современных экспертных систем, разрабатывались новые методы обработки данных, в том числе корреляционные методы контрастирования МР- изображений, т. к. было доказано, что они повышают контраст изображения и его

⁴⁶⁶ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1994-1997 гг.

информативность. На основе исследования релаксационных характеристик здоровых и патологически измененных тканей у пациентов были разработаны оригинальные методы ранней диагностики злокачественных опухолей, метастазов, заболеваний крови, а также созданы методы контроля данных заболеваний при помощи МР-томографии в процессе терапевтической и хирургической коррекции. Разработан оригинальный метод дифференциальной диагностики жидкостносодержащих образований головного мозга. Исследовались нелинейные эффекты в спиновых системах под воздействием сложных импульсно-градиентных последовательностей. Разрабатывались принципиально новые методы получения МР-изображений, к которым относится томография на гиперполяризованных ядрах инертного газа⁴⁶⁷.

Все вышеперечисленные научные изыскания в конечном счёте были направлены на расширение диагностических возможностей медицинского применения МР-томографии. Основные диагностические исследования лаборатории МРТ Диагностического отдела МТЦ с начала 1990-х гг. были ориентированы на такие области как онкология и гематология, невропатология и нейрохирургия, гастроэнтерология и эндокринология, абдоминальная хирургия, гинекология и урология, травматология и ортопедия. Позже (к середине 2000-х гг.) большая область исследований стала затрагивать использование МР-технологии в акушерстве, пренатальной диагностике и репродуктивной медицине.

Основные направления научной деятельности отдела можно представить следующим образом:

- МРТ-анатомия (анатомические и топографо-анатомические соответствия органов и систем организма визуализационным материалам МРТ);
- МРТ-визуализация сердечно-сосудистой системы (морфо-функциональные аспекты);
- МРТ-визуализация онкологических и гематоонкологических процессов;

⁴⁶⁷ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-2000 гг.

- МРТ-визуализация головного мозга (прижизненный морфометрический анализ структур головного мозга с помощью МР- томографии);

- МРТ-визуализация в акушерско-гинекологической практике (функционально-морфологические соответствия изображений молочных желез методами маммографии, тепловидения, ЯМР- томографии)⁴⁶⁸.

К основным причинам формирования такой научной проблематики следует отнести депопуляционные процессы в России с начала 1990-х гг., их динамику и закономерности развития (рисунок 3, рисунок 4)⁴⁶⁹.

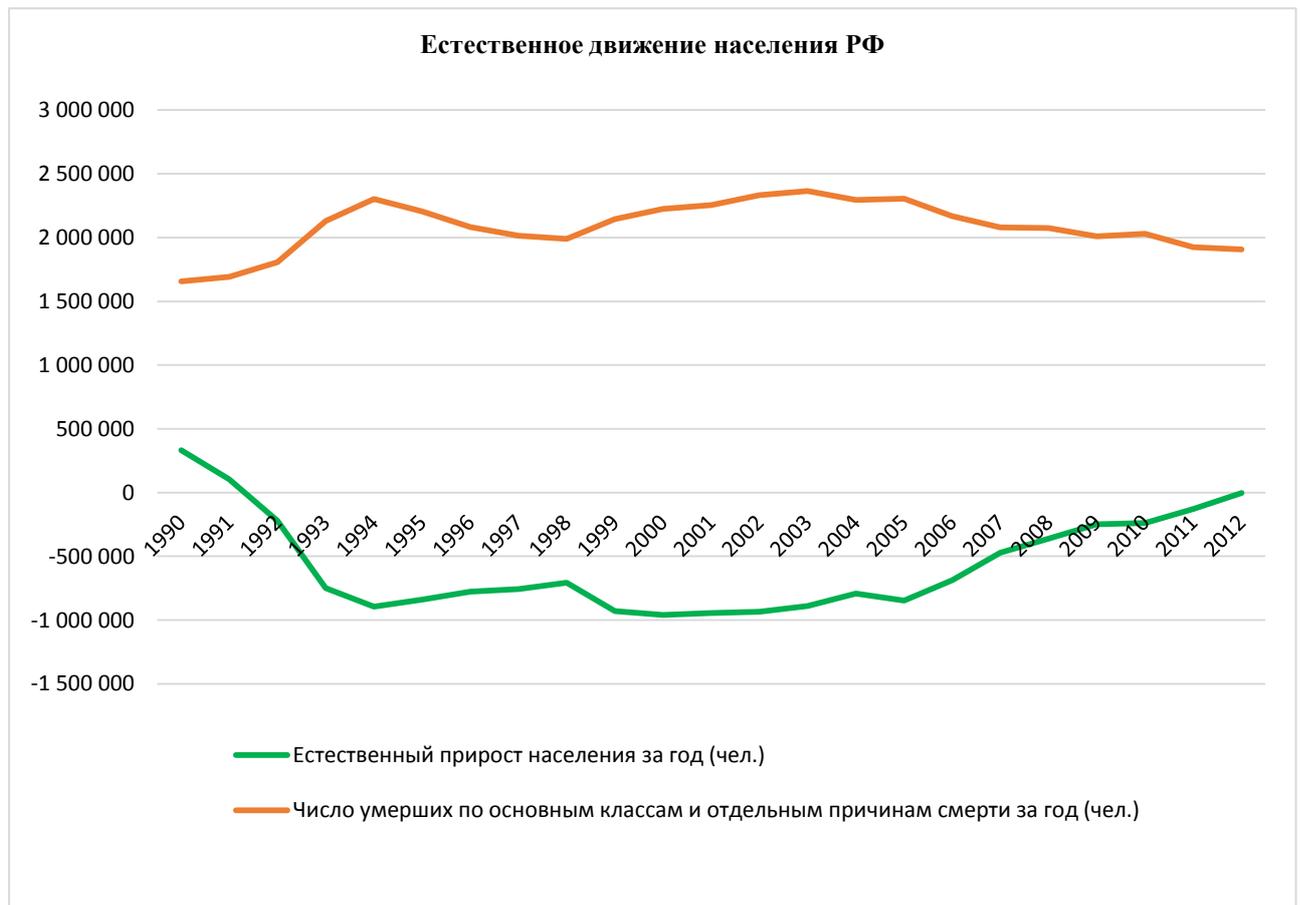


Рисунок 3 – Демографические расчёты естественного движения населения по данным Федеральной службы государственной статистики (ФСГС) (по факторам рождаемости и смертности)⁴⁷⁰

⁴⁶⁸ Материалы МТЦ СО РАН. См. Отчёты А. Ю. Летягина.

⁴⁶⁹ По данным Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения 14.12.2014).

⁴⁷⁰ По данным Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения 14.12.2014).

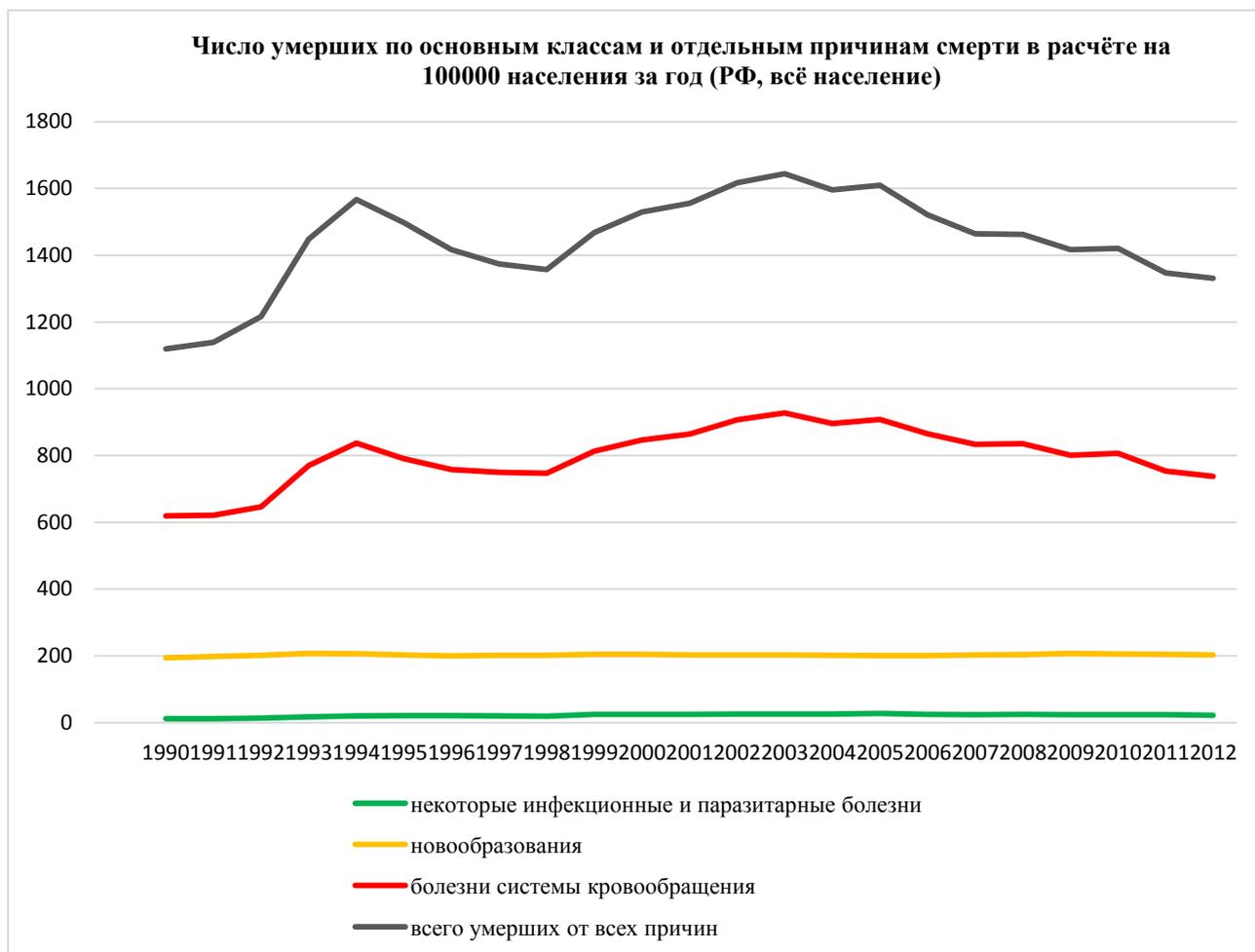


Рисунок 4 – Демографические расчёты числа умерших по данным ФСГС (по факторам смертности)⁴⁷¹

Наращение процессов депопуляции в РФ обусловлено рядом факторов⁴⁷², в числе которых:

- высокий процент заболеваемости, связанных с патологиями системы кровообращения (в том числе инсульты), новообразованиями (в том числе онкология), патологиями органов дыхательной системы (туберкулез);

- высокая смертность: болезни (все) — 85,5 %, из них (70,8%): патология системы кровообращения — 56,9 % (из них инсульты – 24,1 %); новообразования (онкология) — 13,9 %.; инфекционные и паразитарные заболевания — 1,6 %;

- другие факторы.

⁴⁷¹ По данным Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения 14.12.2014).

⁴⁷² Там же.

В связи с вышеназванными причинами в большинстве случаев МРТ- диагностика производилась по поводу сердечно-сосудистых патологий, а также онкологических заболеваний различных органов и систем. Обследование пациентов выполнялось в отделе медицинской диагностики на базовом приборе ЯМР- томографе Томикон ВМТ-1100 с выдачей медицинского заключения и *МР- томограмм* (качественных изображений диагностируемой области). В качестве примера ниже приведены данные по количеству обследованных пациентов (абсолютному и относительному) за период 1993-95 гг. Всего было обследовано 6655 человек, из них по безличному расчёту – 945 (14,2%), по договорам (включая ЦКБ) – 4053 (60,9%), директорский фонд – 100 (1,5%). Основной удельный вес составили исследования головного и спинного мозга – 3697 (55,55%) и 1285 (19,281%) соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Обследования пациентов МТЦ СО РАН в цифрах за 1993-95 гг. (абсолютные и относительные показатели)

Методика	Количество обследований	%
Бедро	6	0,09
Брюшная полость	814	12,23
Голень	2	0,09
Головной мозг	3697	55,55
Гортань	8	0,045
Кости грудной клетки	1	0,015
Кости таза	1	0,015
Малый таз (женский)	198	2,97
Малый таз (мужской)	76	1,14
Молочная железа	74	1,11
Надплечье	1	0,015
Нижняя челюсть	5	0,075
Орбита (глаз)	5	0,075
Органы шеи	16	0,24
Позвоночник (люмбо-сакральный отдел)	85	1,277
Спинной мозг (полностью)	1285	19,281
Спинной мозг (грудной отдел)	62	0,93
Спинной мозг (поясничный отдел)	58	0,87
Спинной мозг (шейный отдел)	43	0,65
Средостение	176	2,64
Сустав	40	0,6
Щитовидная железа	11	0,165
Язык	2	0,03
ИТОГО	6655	100%

Большинство диагностических задач решалось с использованием комплекта катушек (томограф ТОМІКОН ВМТ-1100) для МР-томографии различных областей, включая маммографическую, что позволило улучшить качество диагностики заболеваний молочных желез⁴⁷³.

В соответствии с Приказом Минздрава РСФСР «о наиболее эффективном использовании ресурсов, внедрении новых медицинских технологий, значительном повышении качества лечебно-диагностического процесса, особенно на догоспитальном этапе»⁴⁷⁴ научная деятельность диагностического отдела МТЦ СО РАН того периода была направлена на:

- разработку вопросов дифференциальной диагностики опухолей и лимфопролиферативных процессов (*пролиферация – разрастание ткани животного путем новообразования (размножения) клеток*);

- исследования релаксационных характеристик здоровых и патологических тканей с целью создания оригинальных методов ранней диагностики злокачественных опухолей и метастазов, а также заболеваний крови (лимфосаркома, лимфогранулематоз, лейкоз и др.);

- разработку методик контрастирования лимфатической системы и использования МР-контрастных и рентген-контрастных средств (совместно с международным центром синхротронного излучения ИЯФ СО РАН). Были проведены исследовательские работы по сравнительной клинической апробации МР-контрастных парамагнитных средств Омнискан (*Omniscan – Gadodiamide, гадолиний в хелатной «оболочке» ДТРА = диэтилентриамин пентаацетат, фирмы Nicomed*) и Магневист (*Magnevist – Gadopentat dimeglumine, фирмы Shering*). Анализ результатов позволил определить ценность и необходимость использования контрастных веществ при целом ряде патологических состояний, точность диагностики которых достигает 100% при введении контрастного препарата;

⁴⁷³ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-1996 гг.

⁴⁷⁴ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Приказ Минздрава РСФСР № 132, 02.08.91.

- разработку методов воздействия на опухолевые клетки гидроударными волнами и хим- и биопрепаратами (совместно с институтами Гидродинамики СО РАН и Цитологии и генетики СО РАН);

- обработку МР- томографических изображений различными цифровыми методами)⁴⁷⁵ (*Подробнее некоторые научно-исследовательские разработки будут рассмотрены ниже*).

Кроме того, деятельность Отдела основывалась на «комплексировании и интеграции различных видов диагностической информации, внедрении диагностических алгоритмов»⁴⁷⁶ в практику обследования пациентов.

Результаты по данным направлениям исследований регулярно докладывались на конференциях и публиковались в научной печати (приложения Д, Е). Так, например, в 1993–94 гг. специалисты отдела приняли участие с устными и стендовыми докладами в более чем десяти научных конференциях, посвященных новым методам диагностики, лечения и менеджмента в области клинической медицины и здравоохранения (приложение Е). Сотрудниками МТЦ были подготовлены к изданию практическое руководство для использования МРТ в диагностике клинической практики⁴⁷⁷, «Информационная памятка для пациентов, направленных на МР- томографию»⁴⁷⁸ и другие методические материалы⁴⁷⁹, а также разработан учебный план подготовки специалистов по МР- томографии (для постдипломной подготовки врачей).

На регулярной основе проводились рекламно- и учебно-методические семинары с врачами города на базе Факультета усовершенствования врачей Новосибирского государственного медицинского института (приложение Е). Удалось также организовать специализацию на рабочем месте по МР- томографии

⁴⁷⁵ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-2000 гг.

⁴⁷⁶ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Приказ Минздрава ..., 1991.

⁴⁷⁷ Введение в МР-томографию / под. редакцией Р. З. Сагдеева, У. Айххоффа, Новосибирск, 1991. 92 с.

⁴⁷⁸ Яковсон М. Г. Информационная памятка. МТЦ, 1991. С. 1.

⁴⁷⁹ Рабинович С. С., Малкова Н. А., Яковсон М. Г. МР-томография заболеваний и повреждений позвоночника и спинного мозга // Методическое пособие для врачей. Новосибирск, 1994. 37 с.

для 8 врачей в Новосибирске и Архангельске (по данным за 1993–95 гг.). Совместно с ТОО «Биотерапия» проводились организационно-методическая работа и диагностические исследования по разработке методов верификации диагноза и контроля терапии у пациентов с поздними стадиями злокачественных опухолей. При ЦКБ СО РАН была организована систематическая работа медицинской комиссии по назначению на МР-томографию⁴⁸⁰. Заведующий медицинским диагностическим отделом МТЦ СО РАН доктор медицинских наук А. Ю. Летягин прошёл 2-недельную стажировку по административно-организационным вопросам медицинской диагностической службы и организации работы МР-томографа при Госпитальном центре Университета города Пуатье (Франция)⁴⁸¹.

Лицензирование и аккредитация МТЦ СО РАН как диагностического медицинского центра были организованы и завершены в период 1993–95 гг. Центром была получена лицензия № 540262/95 Серия I-МП на право медицинской деятельности по программам добровольного медицинского страхования от 21.12.1995 г. (Новосибирская областная лицензионная комиссия) и сертификат № 00620 серии I-НО (рег. №199/95) от 21.12.1995 г. (Лицензионно-аккредитационная комиссия Новосибирской области). Согласно полученной лицензии Диагностический отдел Центра осуществлял свою деятельность в односменном режиме (с 9 до 18 часов) с учётом 5-дневной рабочей недели⁴⁸². Однако, как правило, приём проводился до «последнего клиента».

Динамика прироста количества МРТ обследований в 1996 г. составила – 15% (400 человек) по сравнению с 1993–94 гг. Это было связано с переоснащением МР-томографа, запуском новых градиентных систем и квадратурного детектирования. МТЦ приобрёл полный комплект новых катушек, включая

⁴⁸⁰ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-1998 гг.

⁴⁸¹ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-1995 гг.

⁴⁸² ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Документы по лицензированию деятельности центра. 1995 г.

катушку для маммографии. В результате этого значительно улучшилось качество изображений и увеличились возможности томографа (рисунок 5)⁴⁸³.



Рисунок 5 – Эволюция качества МРТ- изображений, полученных в МТЦ СО РАН (по данным лаборатории медицинской диагностики (ЛМД))⁴⁸⁴.

Кроме того, высокая социальная востребованность метода МРТ, необходимость эффективного использования дорогостоящей медицинской техники способствовали поиску путей оптимизации временных затрат на каждое обследование, тем самым приводя к увеличению потока пациентов, сокращению вынужденных простоев МР- системы. Примерные расчётные временные нормы для проведения магнитно-резонансного исследования были установлены Приказом⁴⁸⁵ Минздравмедпрома России в апреле 1996 г. Нормативы были даны для резистивных МР- томографов с мощностью 0,2–0,45 Тл. В Приложении к приказу отмечалось, что тип используемого МРТ магнита определяет пропускную способность томографического кабинета, при этом временные показатели могут

⁴⁸³ ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. См.: Отчет МТЦ СО РАН 1993-94 гг.

⁴⁸⁴ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-2000 гг.

⁴⁸⁵ Приказ Минздравмедпрома России № 128 от 05.04.96 [Электронный ресурс]. URL: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_105/doc105a747x749.htm (дата обращения 27.08.2014).

корректироваться до 50% (для магнитов высокой мощности снижаясь, а для магнитов менее 0,2 Тл увеличиваясь)⁴⁸⁶.

С накоплением опыта по проведению МРТ диагностики росла информационная база исследований, улучшалась результативность при интерпретации полученных данных, качество обслуживания пациентов, а временные затраты на обследование существенно сокращались. В 1990 г. на каждого пациента в среднем тратилось 1,5 часа (при этом пропускная способность прибора составляла примерно 4 человека в день). К концу 1996 г. эти показатели выглядели следующим образом: 30-60 минут – технологические операции, включающие сканирование исследуемой области и до- и послепроцедурную подготовку пациента (пропускная способность прибора примерно 8-9 человек в день). Надо заметить, что время, затраченное непосредственно на проведение обследования, зависело главным образом от технических особенностей аппарата МРТ и программного обеспечения прибора. Так с введением в эксплуатацию в 1996 г. нового прибора TOMIKON S 50 Avance (0,5 Тл.) фирмы Брукер выполнение программ сканирования и регистрация результатов исследования привели к существенному снижению временных затрат. Средняя пропускная способность прибора составила два пациента в час. Данные по временным затратам изменялись в зависимости от обследуемых анатомических областей. На обследование головного отдела, одного отдела позвоночника или одного сустава в среднем затрачивалось 25 минут, включающих 3-7 минут до- и послепроцедурной подготовки мужчин и женщин соответственно. На органы брюшной полости, все отделы позвоночника и молочные железы – 40 минут общего времени. Кроме того, временные рамки могли меняться при возникающей необходимости к применению контрастного вещества. При введении контраста Омнискан (или Магневиста) время процедуры увеличивалось еще на 25 минут. Учёт времени, проведённого пациентом в диагностическом отделе МТЦ, не проводился. Однако стоит отметить, что для иногородних пациентов временные затраты (in time) увеличивались в связи

⁴⁸⁶ Приказ Минздравмедпрома России № 128 от 05.04.96 [Электронный ресурс]. URL: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_105/doc105a747x749.htm (дата обращения 27.08.2014).

с ожиданием подготовки заключения врачом непосредственно после проведения МРТ- обследования. Остальным обследуемым заключение специалиста выдавалось на следующий день или в иное удобное для них время⁴⁸⁷.

Благодаря новым МРТ методикам, разработанным сотрудниками МТЦ, инновационным подходам в области сканирования и обработки изображений к началу 2000-х гг. количество ежегодно обследуемых пациентов увеличилось до 4933 (октябрь 2004 г. – сентябрь 2005 г.). Основной удельный вес продолжали составлять обследования головного мозга – 54,6%, остальные отделы распределились следующим образом: позвоночник – 17,5%; брюшная полость – 13,3%; малый таз – 7,6%; средостение – 4,3%; суставы – 2,3%; органы шеи – 0,4%. (рисунок 6)⁴⁸⁸.

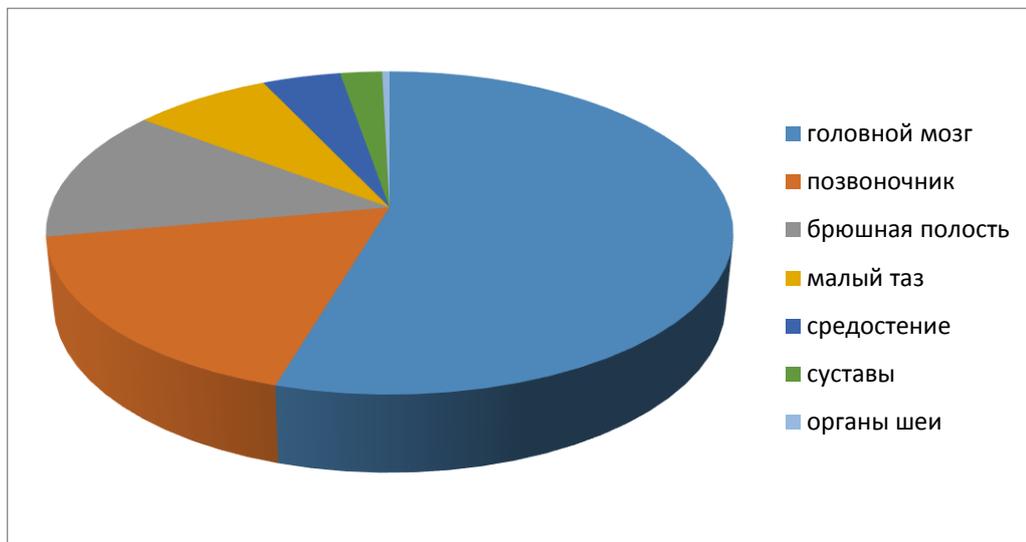


Рисунок 6 – Структура МРТ обследований в МТЦ СО РАН (2004-2005 гг.)

Проведённые клинические исследования («обратная связь» с горонкодиспансером и ЦКБ СО РАН) показали высокую эффективность МР- томографических обследований в выявлении состояния первичной опухоли и распространения её метастазов в грудной клетке и брюшной полости, включая малый таз. Перспективными и «клинически необходимыми» для здравоохранения Новосибирской области можно признать разработку и освоение методик исследования сердечно-сосудистой системы (МРТ- ангиография, МРТ- кино),

⁴⁸⁷ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1993-1998 гг.

⁴⁸⁸ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1992-2006 гг.

гепатобилиарной системы (МР- холецистопанкреатография) и молочных желез (МРТ- маммография)⁴⁸⁹.

Новый диагностический метод исследования требовал мощного кадрового потенциала. Профессиональная подготовка квалифицированных специалистов по узко специальным вопросам, а также владеющих широким спектром знаний в зависимости от уровня диагностических задач, должна была соответствовать установленным в РФ требованиям по организации деятельности МРТ- кабинетов⁴⁹⁰. Кадровую структуру диагностического отдела МТЦ СО РАН периода середины 1990-х гг. отражает таблица 6.

Таблица 6 – Кадровая структура диагностического отдела МТЦ СО РАН (середины 1990-х гг.)

<u>Лаборатория медицинской диагностики</u> (всего – 9 сотрудников)		<u>Группа магнитно-резонансной томографии</u> (всего – 4 сотрудника)	
Заведующий лабораторией докт. мед. наук А.Ю. Летагин		руководитель А.А. Савелов	
зав. лаб.	1	с.н.с.	1
аспиранты	3	н.с.	1
врачи	4	из них: канд. физ.-мат. наук	1
из них: докт. мед. наук	1	программист	1
канд. мед. наук	1	оператор	1
средний медицинский персонал	2		

Научные сотрудники Отдела входили в состав двух структурных подразделений – Лабораторию медицинской диагностики (ЛМД) и Группу магнитно-резонансной томографии (группа МРТ). Также к диагностическому отделу была прикреплена группа инженерно-технического обслуживания (вне штатного расписания отдела).

Для того чтобы представить научные задачи, которые решались силами этих двух подразделений, необходимо понимать, в чём заключается сущность МРТ-метода (раздел 2.1.) и условия его использования в медицине. Физический смысл магнитного резонанса – способность некоторых атомных ядер к поглощению или

⁴⁸⁹ Сибирское отделение РАН. Материалы Президиума. См.: Заключение по комплексной проверке МТЦ СО РАН от 10.03.2000 г.

⁴⁹⁰ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Приказ Минздрава РСФСР № 132 от 02.08.91 г.

излучению энергии под воздействием радиочастотных импульсов в магнитном поле. Наибольший интерес для медицины представляют ядра ^1H , ^{13}C , ^{23}Na , ^{31}P , так как их значительное количество в теле человека. Различные импульсные последовательности, разработанные для МРТ, помогают получить оптимальный контраст в изображении нормальных и изменённых тканей, исследуемых структур⁴⁹¹. Физические принципы МРТ фундаментальным образом отличаются от рентгенологических методов исследования. Однако опыт рентгеновской компьютерной томографии был использован при её разработке и внедрении в диагностическую практику. Назначение МРТ-исследования зачастую во многом определялось тем, насколько оно эффективно при различных патологиях по сравнению с УЗИ или КТ (как из диагностических, так и финансовых соображений). Происходило это в силу того, что к моменту появления МРТ в нашей стране одними из самых информативных являлись КТ и УЗИ, занявших своё место среди прочих методов клинических исследований.

Целесообразность применения МРТ в диагностике заболеваний человеческого организма, его органов и систем обуславливается её достоинствами и недостатками (по сравнению с КТ). О достоинствах МРТ говорилось в предыдущих параграфах. Основные из них: неинвазивность (без разрушения структур объекта исследования), безвредность (отсутствие лучевой нагрузки), возможность получать трёхмерные изображения, высокая способность дифференцировать мягкие ткани, отсутствие артефактов от костных тканей, естественный биологический контраст от кровотока, возможность выполнять МР-спектроскопию в прижизненном метаболизме тканей *in vivo*.

Один из основных недостатков – достаточно большое время, необходимое для получения изображений – от нескольких секунд до минуты. Это обуславливает появление дыхательных артефактов, снижая тем самым эффективность исследования внутренних органов и особенно легких, или артефактов от движений

⁴⁹¹ Терновой С. К., Сеницын В. Е., Беличенко О. И., Стукалова О. В. Клиническое применение магнитно-резонансной томографии // Русский Медицинский Журнал. 1996. № 7. С. 1; Терновой С. К., Сеницын В. Е. Развитие компьютерной томографии ... С. 23–29.

плода (пренатальная диагностика). Также возможны нарушения ритма при исследовании сердца. МР- метод менее надёжен для выявления кальцификатов (камней) и в диагностике некоторых патологий костных структур. Кроме того, высокая стоимость МР- приборов и их эксплуатации, особые технические требования (специальные экраны от внешних помех), предъявляемые к помещению, в котором установлен МР- сканер, проблемность в обследовании больных, использующих искусственные водители ритма, кардио- и иные стимуляторы, пациентов с ферромагнитными и электронными имплантатами из немедицинских металлов, с клаустрофобией – всё это может быть препятствием к более широкому распространению метода в отечественной клинической медицине⁴⁹². Необходимо также отметить, что рекомендовано избегать МРТ в первый триместр беременности, хотя документального подтверждения повреждающих действий МРТ на плод или эмбрион при обследовании беременных женщин не получено. Показанием к МРТ- обследованию при ранних сроках беременности может служить невозможность поставить правильный диагноз или его уточнение в том случае, когда недостаточно информации от других неионизирующих методов диагностической визуализации. Движения больного во время МРТ- диагностики могут в значительной степени влиять на качество сканирования и получения томограмм, поэтому обследования больных с острыми патологиями, нарушением сознания, деменцией, спастическими состояниями и детей требуют особых методик при проведении процедуры и нередко бывают затруднительными.

И всё же несмотря на некоторые очевидные минусы, МРТ- метод (по ¹H) уникален, т. к. атомы водорода в составе молекул воды и органических соединений являются основой МР- сигнала. Прочими диагностическими методами оценить процессы движения биологических жидкостей в организме возможно только опосредованно с помощью контрастов, наблюдая за перемещением различных меток (иммунологические метки, рентгенпоглощающие растворимые структуры,

⁴⁹² Терновой С. К. и др. Указ. соч. С. 1; Терновой С. К., Сеницын В. Е. Развитие компьютерной томографии ... С. 23–29.

радиоактивные изотопы, красители и т. п.). Нельзя признать полностью безвредным или безопасным введение подобных веществ в организм человека, так как такие диагностические манипуляции высоко инвазивны и в ряде случаев сопряжены с высоким риском тяжёлых осложнений, а также с лучевой нагрузкой. Кроме того, введение инородных агентов в биосистему человека способно в той или иной степени изменить параметры перемещения биожидкостей, а значит нарушить «чистоту» исследования. Безусловно, такое вмешательство нельзя признать идеальным методологическим приемом. Таким образом, именно МРТ позволяет с наименьшими рисками для здоровья обследуемого пациента получать изображения кровотока и движения других биологических жидкостей (ликвора (цереброспинальной жидкости), лимфы, желчи, мочи и др.) в человеческом организме прижизненно⁴⁹³.

Как уже отмечалось, более 50% всех исследований, которые проводились в Диагностическом отделе МТЦ СО РАН, составляли обследования, связанные с диагностикой и лечением заболеваний сосудов головного мозга. Это остаётся одной из актуальнейших проблем клинической медицины. Широкое распространение церебро-васкулярной патологии, часто сопровождающееся острыми нарушениями мозгового кровообращения и осложнённое поражениями сосудов, создавало критическую ситуацию тяжелой инвалидизации для населения Сибирского региона⁴⁹⁴. При этом в большинстве случаев лучевая диагностика продолжала занимать ведущее место в определении характера этой патологии, а контрастная рентгеновская ангиография оставалась наиболее распространённым диагностическим методом сосудов. Необходимо подчеркнуть, что, «несмотря на совершенствование техники и применение современных контрастных препаратов того времени (1990 -е гг.), не удалось полностью исключить опасность тяжелых осложнений, в том числе с летальным исходом»⁴⁹⁵. В связи с этими причинами

⁴⁹³ Тулупов А. А. Совершенствование мр-томографической визуализации кровотока и ликворотока в области головы и шеи: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск, 2006. С. 3.

⁴⁹⁴ По данным Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения 14.12.2014).

⁴⁹⁵ Тулупов А. А. Указ. соч. С. 3.

разработка и внедрение в практику новых высокоинформативных неинвазивных методов исследования сосудов головы и шеи относились к весьма актуальным вопросам диагностики конца прошлого столетия⁴⁹⁶.

Наиболее перспективным в этом отношении оказалось применение в рутинной клинической практике МРТ и МР-ангиографии (МРА). К концу 1990-х гг. МРА являлась единственным неинвазивным методом для визуализации кровотока по сосудам головного мозга. Она позволяла исследовать кровоснабжение головного мозга без использования контрастных веществ. Совершенствование МР-томографической визуализации биологических жидкостей оказалось одной из наиболее востребованных методик, разрабатываемых в Лаборатории медицинской диагностики МТЦ СО РАН. Метод развивался в направлении создания и внедрения новых современных методик МРА, улучшая качество МР-ангиограмм за счёт совершенствования программного обеспечения, а также сокращения времени исследования и интерпретации полученных данных⁴⁹⁷. Диагностическим приложением методики стала оценка кровотока по артериальным и венозным сосудам в норме и патологии, а также исследование нарушений параметров тока крови (скорости, давления, вязкости и др.) в головном мозге – активно кровоснабжаемой области человеческого организма. Питание и дренирование тканей головного и спинного мозга обеспечивается цереброспинальной жидкостью, создающей для них определённую внутреннюю среду. Отклонение параметров этой биологической жидкости от нормы ведёт к тяжелым заболеваниям и даже гибели организма⁴⁹⁸.

Ещё одна методика МР-миелография (МРМ), взаимосвязанная с предыдущей и также разработанная сотрудниками лаборатории, позволила

⁴⁹⁶ Анисимов Н. В., Губский Л. В., Куприянов Д. А., Пирогов Ю. А. Методы магнитно-резонансной томографии в биомедицинских исследованиях // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2005. № 4-5. С. 73–82.

⁴⁹⁷ Курбатов В. П., Летагин А. Ю., Савелов А. А. Использование 3d-мр-ангиографии и 3d-мр-миелографии в клиничко-диагностической практике // Тезисы докладов международной конференции "Магнитный резонанс в медицине". Казань, 1997. С. 49; Савелов А. А., Мاستихин И. В. Альтернативные методы сканирования и реконструкции изображений в МР-томографии // Лучевая диагностика, лучевая терапия. Вып. 7. Киев. 1999. С. 234-236.

⁴⁹⁸ Тулупов А. А. Указ. соч. С. 4.

визуализировать ликворосодержащие полости и пространства ЦНС без введения дополнительных контрастных веществ. Ритмика движения цереброспинальной жидкости в различных отделах ЦНС специфически изменяется при разных патологиях, включающих нарушения метаболизма, заболевания сердца и сосудов и др. Особенности «статической» МРМ не позволяли исследовать ритмичность ликворотока. Методика МР-уромиелографии (MYUR) обеспечивала получение изображений полостей и пространств, содержащих медленно текущую (желчь, ликвор и др.) или неподвижную (кисты и др.) жидкости без лучевой нагрузки и не используя дополнительные контрасты. Фирма Брукер разработала для МР-томографов специальную модификацию программного обеспечения – MYUR-методику, которая оказалась информативнее контрастной рентгеновской миелографии, т. к. была доступна в двухмерном, трёхмерном и кино-режимах. Появление и внедрение в диагностическую практику методики МРМ-кино, основанное на импульсной последовательности 2D-MYUR, стало следующим шагом в развитии МРМ-исследований. Эта методика (МРМ-кино) позволила «достоверно, в динамике визуализировать особенности перемещения ликвора в желудочках и субарахноидальных пространствах головного и спинного мозга, а также оценивать средний уровень и амплитуду ритмов колебаний цереброспинальной жидкости в норме и при патологии»⁴⁹⁹.

Результаты исследований докладывались на многочисленных конференциях молодых учёных и студентов, посвящённых перспективным методам клинической диагностики, в том числе разработке и применению МР-томографии, на которых также рассматривались вопросы лечения и профилактики нейродегенеративных заболеваний (инсульт, деменция, болезнь Паркинсона и др.) (приложение Е). Материалы исследований представлены в нескольких десятках печатных работ и диссертационных исследованиях сотрудников диагностического отдела МТЦ СО РАН⁵⁰⁰.

⁴⁹⁹ Тулупов А. А. Указ. соч. С. 4-5.

⁵⁰⁰ Материалы МТЦ СО РАН. См.: Отчёты ... 1992-2006 гг.

Дальнейшая работа в этом направлении шла по пути оптимизации и развития методик визуализации движения крови и ликвора (МРА и МРМ) с целью усовершенствования диагностического комплекса МРТ. Улучшилось качество, контрастность МР- томограмм, увеличилась их информативность, это в свою очередь привело к существенному снижению временных затрат на обследование пациентов.

Со второй половины 1990-х гг. с открытием новых возможностей МРТ (МР- ангиография сосудов головного мозга и МР- спектроскопия, выполнение функциональной МРТ, появление новых быстрых методов томографии, исследования сердца и скорости кровотока и др.) всё более очевидной стала необходимость применения высокопольных МР- систем (от 1,0 Тл и выше), позволяющих в значительной степени реализовать научно-исследовательские и диагностические программы. Наибольшие сдвиги произошли в клиническом использовании МРТ. Помимо традиционных показаний к применению метод магнитно-резонансной томографии всё шире входил в новые для него области. Как показали результаты проведённых в МТЦ СО РАН исследований, МР- маммография (МРМ) оказалась высокоинформативной в диагностической практике при обследовании женщин с имеющейся или предполагаемой патологией молочных желез. Ценность МР- маммографии заключается не только в её диагностических возможностях (*её чувствительность существенно превышает отдельные методы диагностики и даже их сочетания: УЗИ+маммография+клиническое обследование*), этот метод может использоваться и как скрининговый для женщин с высоким риском возникновения рака молочной железы⁵⁰¹. Риск возникновения этой патологии у женщины составляет

⁵⁰¹ Коростышевская А. М. Диагностические возможности магнитно-резонансной спектроскопии (обзор перспективных направлений) // Медицинская визуализация. 2007. № 3. С. 130-143; Летягин А. Ю., Тулупов А. А., Савелов А. А., Коростышевская А. М. Магнитно-резонансная томография: возможности современной визуализационной технологии в клинической диагностике (лекция) // Вестник НГУ. 2004. Т. 2. Вып. 3. С. 63-86; Коростышевская А. М., Коваленко С. П., Гуляева Л. Ф. Возможности магнитно-резонансной томографии в наблюдении за носителями BRCA мутаций и диагностики рака молочной железы. // Сибирский онкологический журнал. 2011. Т. 45. № 3. С. 56-63.

в среднем 12 %. Современное изучение проблемы выявило «популяцию женщин с мутациями генов BRCA1 или BRCA2, у которых риск возникновения рака молочной железы в течение их жизни составляет, по данным разных источников, от 50 до 85%, при этом у половины он диагностируется в возрасте до 50 лет и у многих до 35 лет»⁵⁰². Также в трети диагностических случаев встречаются атипичные, доброкачественные морфологические черты новообразования, которые трудно распознать при стандартных скрининговых исследованиях маммографии или УЗИ. По данным обследований «частота ложноотрицательных результатов маммографии достигает 10-25 %, т. е. до ¼ опухолей остаются нераспознанными»⁵⁰³.

Методика проведения МРМ часто требует введение контрастного вещества для получения изображения патологических изменений. Накопление контраста в новообразовании способствует повышению интенсивности сигнала и лучшей визуализации патологической ткани, а, следовательно, потенциальной точности и достоверности диагноза. Стоит также подчеркнуть, что «необходимость ранней и точной диагностики рака молочной железы определяется, прежде всего, распространенностью этой патологии среди женщин репродуктивного возраста»⁵⁰⁴. Внедрение высокоэффективного метода МРМ в клиническую практику способно существенным образом (*выявление опухолей в 2,7 раза больше, чем при маммографии*) изменить диагностическую тактику данной патологии⁵⁰⁵.

Поскольку технологии, используемые в МР-томографе, исключают радиационное излучение и безвредны при повторном и многократном применении, диагностика с помощью МР-систем позволяет высокоэффективно обследовать и выявлять патологии не только различных органов и систем взрослого организма, но также актуальна в пренатальной диагностике и неонатологии⁵⁰⁶. Выявление и

⁵⁰² Коростышевская А. М. и др. Возможности магнитно-резонансной томографии ... С. 56-57.

⁵⁰³ Там же. С. 57.

⁵⁰⁴ Там же.

⁵⁰⁵ Там же.

⁵⁰⁶ Коростышевская А. М., Савелов А. А. Роль магнитно-резонансной томографии плода в диагностике врожденных пороков развития // Бюллетень сибирской медицины. 2012. № 5.

предотвращение рождения детей с пороками развития, особенно ЦНС, а также ранняя диагностика этих патологий для своевременной хирургической и терапевтической коррекции приобрели особую значимость с внедрением метода МРТ в клиническую практику. Совершенствование технического оснащения МР-приборов, их программного обеспечения и методик получения изображений, расширило сферы применения МР-томографии. Достаточно анатомически достоверный и точный (с метрической точки зрения) метод МРТ как инструмент неинвазивной визуализации позволяет детально рассмотреть глубокорасположенные структуры материнского организма и плода. С появлением высокопольных томографов (1,5-3,0 Тл) за счёт использования сверхбыстрых методов сканирования стало возможным получать качественные изображения плода, исключая артефакты от его движений во время довольно продолжительного исследования⁵⁰⁷. Показанием к проведению МРТ-обследования являются как любые аномалии в семейном анамнезе беременной женщины, так и различные факторы риска, выявленные в период беременности с помощью других диагностических методик (УЗИ, биохимические исследования и др.). Любые отклонения и изменения в развитии плода, вызванные различными факторами (инфекции, многоплодная беременность, слабое сердцебиение плода и др.) могут служить показаниями к диагностике с помощью МРТ. Уточнение или исключение пороков развития, выявленных с помощью УЗИ, сопутствующих патологий, оценка их тяжести и распространённости являются основными показаниями в диагностической практике Центра. Подробная биометрия структур головного мозга плода с помощью МРТ помогает с достоверной точностью и абсолютной безопасностью поставить диагноз на дородовом этапе развития, а также продолжать его мониторинг в раннем постнатальном периоде. Результаты МРТ

С. 128-131; Макагон А. В., Коростышевская А. М. МРТ плода: новое слово в пренатальной диагностике // Медицинская визуализация. 2009. № 1. С. 132-140; Босин В. Ю. Состояние и перспективы развития лучевых методов исследования в педиатрии // Радиология – практика. 2000. № 1. С. 32-35.

⁵⁰⁷ Коростышевская А. М. Возможности магнитно-резонансной томографии в пренатальной диагностике патологии головного мозга и биометрии интракраниальных ликворных структур: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Томск, 2010. С. 3.

помогают принять компетентное решение о возможности и целесообразности вынашивания беременности и тактике её ведения, планировать хирургическое вмешательство или другое лечение вскоре после рождения ребенка или решить вопрос по прерыванию беременности, осложнённой медицинскими показаниями⁵⁰⁸.

Накопленный опыт и статистика в МТЦ СО РАН по применению метода в акушерстве и пренатальной практике свидетельствуют о его значительных преимуществах перед другими диагностическими методами. Статистическая обработка результатов, полученных в Центре, показала, что до 80 % производящихся исследований плода – это МРТ ЦНС (т. е. показаниями являются подозрения на врождённые пороки развития головного мозга), 25 % – ложноположительные результаты УЗИ (т. е. снимающие диагноз УЗИ обследования), в 30 % случаев удалось уточнить вариант аномалии развития, ещё в 60 % случаев удалось выявить какую-либо сопутствующую патологию. Таким образом, МРТ плода – это действенный и эффективный метод, который требует широкого распространения в диагностической практике для определения прогноза для жизни и здоровья будущего ребенка⁵⁰⁹.

Основные достижения в области МР-томографии в первом десятилетии XXI века, как отмечалось ранее, оказались обусловлены существенной оптимизацией получения изображений (совершенствование программного обеспечения и оборудования, увеличение скорости сканирования, повышение пространственного разрешения, новые методики и дизайны экспериментов и др.). Новые конструкции современных томографических приборов позволили реализовать параллельный сбор данных от нескольких областей исследуемого органа одновременно, тем самым значительно сократив время диагностической сессии. Кроме того, разработка и внедрение специальных «немагнитных» мониторинговых систем обеспечили возможность контроля жизненно важных

⁵⁰⁸ Коростышевская А. М. Указ. соч. С. 3-4.

⁵⁰⁹ Коростышевская А. М. МРТ плода: новое слово в пренатальной диагностике. [Электронный ресурс]. URL: <http://mrt.tomo.nsc.ru/articles/view/1216> (дата обращения 08.04.2014).

параметров организма (пульса, ритма дыхания, ЭКГ и др.) во время исследования⁵¹⁰. В этой связи появилась возможность применения метода МРТ в обследовании пациентов с неврологической и нейрохирургической патологией. С введением в эксплуатацию в конце 2005 г. в МТЦ СО РАН новой томографической системы Achieva Nova Dual (Philips, Нидерланды, индукция магнитного поля 1,5 Тл) возросла доля исследований, связанных с применением высокопольных МРТ-технологий для дифференциальной диагностики типовых патологических процессов в отделах головного мозга, коре головного мозга (КГМ) и её основных структурах, играющих важную роль в осуществлении высшей нервной (психической) деятельности человека. Практика Сибирского отделения по клинической *нейрологии*⁵¹¹ и когнитивной социальной психологии обогатилась новыми методиками – диффузионно-взвешенной (ДВ) и перфузионно-взвешенной (ПВ) МРТ – а также так называемой функциональной МРТ (фМРТ), основанной на *BOLD*⁵¹²-контрастности неинвазивной технологии прижизненного динамического исследования головного мозга⁵¹³.

Мозг является пластичной структурой, постоянно изменяя свои функции и морфологию в ответ на изменения окружающих потребностей (внешние раздражители) и/или внутренних факторов. Эти изменения могут быть в пределах нормы (возрастное развитие, обучение и т. д.) или патологическими, которые происходят в связи с различными видами поражений головного мозга или всего

⁵¹⁰ Синицын В. Е., Терновой С. К. Магнитно-резонансная томография ... С. 20.

⁵¹¹ *Нейрология* (греч. neuron волокно, нерв и logos учение) – наука, изучающая устройство, функционирование, развитие, генетику, биохимию, физиологию и патологию нервной системы // По Шеперд Г. Нейробиология. М., 1987. 368 с.

⁵¹² *BOLD – blood oxygenation level dependent contrast (англ.)* – контраст, зависящий от степени насыщения крови кислородом

⁵¹³ Bandettini P. A. Twenty years of functional MRI: The science and the stories // *Neuroimage*. 2012. 62: 575-588; Leeds N. E., Kieffer S. A. Evolution of diagnostic neuroradiology from 1904 to 1999 // *Radiology*. 2000. V. 217. P. 309–318; Функциональная магнитно-резонансная томография в исследовании динамического картирования головного мозга и когнитивного управления виртуальным игровым сюжетом / Резакова М. В., Мажирина К. Г., Покровский М. А., Савелов А. А., Савелова О. А., Штарк М. Б. // *Бюллетень сибирской медицины*. 2012. Т. 11. № 5 (приложение). С. 105-107.

организма в целом. Они могут быть кратковременными и/или длительными⁵¹⁴. До появления методов МРТ, в том числе фМРТ, фундаментальные сведения о работе мозга удавалось получать лишь косвенным путем: наблюдение за поведением людей и животных, операции на открытом мозге, проявление нарушений деятельности ЦНС (параличи, нарушения памяти, речи и др.), регистрация электрической активности мозга, нейропсихологические тестирования и др. Результаты, полученные с помощью этих подходов, не позволяли в полной мере описать, как работает мозг при решении той или иной конкретной задачи. «Возможность непосредственно наблюдать динамику познавательной (когнитивной) деятельности мозга, иными словами, «видеть мысли» появилась лишь с внедрением в исследовательскую практику технологии функциональной магнитно-резонансной томографии»⁵¹⁵. Изучение функциональной пластичности работы мозга и его структурных изменений стало доступно в мельчайших деталях on line.

Предположение о связи интенсивности кровоснабжения мозга с его активностью было выдвинуто в конце XIX века британским физиологом Ч. Шеррингтоном⁵¹⁶. Спустя много лет радиографические методы подтвердили эту гипотезу, показав прямую зависимость обменных процессов в определённых работающих областях мозга с транспортом кислорода к этим участкам, его скоростью⁵¹⁷. Одни из первых фМРТ изображений на основе BOLD-контрастности были получены в начале 1990-х гг. в Массачусетском госпитале доктором Дж. Бельвуа и его коллегами при создании карт мозгового кровоснабжения во время визуальной стимуляции. С помощью этих изображений удалось показать

⁵¹⁴ Функциональная магнитно-резонансная томография и нейронауки / Штарк М. Б., Коростышевская А. М., Резакова М. В., Савелов А. А. // Успехи физиологических наук. 2012. Т. 43. № 1. С. 3-29; Heidi Johansen-Berg The future of functionally-related structural change assessment / Neuroimage. 2012. 62: 1293-1298.

⁵¹⁵ Штарк М. Б., Савелов А. А., Резакова М. В., Мажирова К. Г. Как увидеть мысли. Неортодоксальные приложения магнитно-резонансной томографии. // Наука из первых рук. Спецвыпуск: Новые технологии в медицине. 2013. С. 57.

⁵¹⁶ Huettel, S. A.; Song, A. W.; McCarthy, G. Functional Magnetic Resonance Imaging. Massachusetts. Sinauer, 2009. P. 208-214.

⁵¹⁷ Там же.

локальное увеличение объёма крови в активированной области зрительной коры головного мозга, а также локальную наполняемость этой области в зависимости от фаз активации (работа-отдых)⁵¹⁸. Контрастность изображений в эксперименте определялась степенью насыщения крови кислородом. Именно этот принцип лёг в основу методики фМРТ BOLD-контрастности. Ключевым моментом этой методики стали магнитные свойства окси- и дезоксигемоглобина. При активации какого-либо участка мозга происходит потребление энергии и как следствие ускорение обмена глюкозы и трансформация молекул гемоглобина (*оксигемоглобин «восстанавливается» до дезоксигемоглобина, теряя кислород*). Чем выше концентрация дезоксигемоглобина в ткани, тем ниже величина сигнала МРТ. Показатель контрастности, который определяется соотношением двух форм гемоглобина и зависит от уровня кислорода в крови, называют BOLD-контрастностью. ФМРТ на основе BOLD-эффекта оказалась оптимальным инструментом картирования нейронной активности. Она в значительной степени создала возможность исследовать деятельность КГМ, картировать функционально-специализированные зоны (моторную, соматосенсорную, зону речи Брока и Вернике и др.) безопасным, неинвазивным и, что исключительно важно, применимым в клинических условиях методом⁵¹⁹.

С начала 2000-х гг. это направление активно развивается и в МТЦ СО РАН. С технологией фМРТ связано несколько исследовательских проектов, поддержанных грантами РФФИ и программой интеграционных исследований СО РАН и СО РАМН⁵²⁰. Отметим лишь один из них, исключительно значимый с практической точки зрения – создание технологии нейробиологического управления. Суть эксперимента заключается в обучении испытуемого «руководить» виртуальным игровым сюжетом через волевые изменения своих физиологических характеристик, таких как кардиограмма, пульс, температура

⁵¹⁸ Bandettini P. A. Twenty years of functional MRI ... P. 575.

⁵¹⁹ Штарк М. Б. и др. Указ. соч. С. 59.

⁵²⁰ Савелова О. А. Развитие технологии функциональной МРТ в начале XXI века на примере Международного томографического центра СО РАН // Вестн. Том. гос. ун-та. 2017. № 421. С. 156-162.

кожи и электрическая активность мозга. Идея обучения основана на феномене адаптивной обратной связи, обеспечивающем *механизм саморегуляции (своеобразная настройка индивидом своего психофизиологического состояния с целью приспособления)*. Технология биоуправления возникла как «социальный продукт» для инвалидов, лишенных самостоятельных двигательных навыков для управления искусственными конечностями. Дальнейшее практическое распространение нейробиоуправления получило в нелекарственных технологиях оздоровления⁵²¹. «Оказалось, что с помощью нейробиоуправления можно сформировать у человека ранее отсутствовавшие навыки саморегуляции, образовать новые и «пробудить» дремлющие мозговые образования»⁵²². С развитием методов фМРТ появилась возможность визуализировать реальную временную и пространственную динамику работы мозга.

Анализ результатов совместного эксперимента МТЦ СО РАН и НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН по нейровизуализации «волевого» управления виртуальным игровым сюжетом выявил зависимость ведущей стратегии саморегуляции и варианта поведения во время игры. Данные, полученные в ходе исследования, свидетельствуют об определённой последовательности возникновения и развития зон активности в головном мозге испытуемых (мужчины 18-25 лет). Результаты исследования, посвященного визуализации *когнитивных «маршрутов»*⁵²³, показали, насколько фМРТ позволяет достичь качественно нового понимания организации головного мозга и особенностей высшей нервной деятельности человека и животных⁵²⁴.

⁵²¹ СО РАМН. Материалы Президиума. См.: Постановление Президиума СО РАМН № 1 от 23 января 2013 г.; Семинар «Функциональная МРТ головного мозга: наука и практика» // ФГБУ «Лечебно-диагностический центр» Минздрава России. Москва, 22 апреля 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://virtualcoglab.org/fmriseminar2014.html> (дата обращения 25.02.2016).

⁵²² Штарк М. Б. и др. Указ. соч. С. 60.

⁵²³ *Когнитивные «маршруты»* – последовательное вовлечение мозговых структур в организацию новых нейронных сетей, обеспечивающих возникновение навыка и его последующую консолидацию / Штарк М. Б. и др. Указ. соч. С. 60.

⁵²⁴ Функциональная магнитно-резонансная томография ... С. 105-107; Нейровизуализация динамики реального и имитационного биоуправления в контуре функциональной магнитно-резонансной томографии / Мажирова К. Г., Покровский М. А., Резакова М. В., Савелов А.А.,

Дальнейшее развитие технологии фМРТ открывает возможность не только прикладного медико-биологического использования (например, мониторинг структур мозга при нарушениях мозгового кровообращения – инсультах и т. п.), но и внедрение в социокультурные сферы человеческой деятельности: нейромаркетинг, оценку эффективности образовательных программ, «детекцию» лжи, развитие технологий «успеха» и т. п.

Клинические исследования на базе диагностического отдела МТЦ СО РАН показали высокую эффективность МРТ- обследований в выявлении заболеваний различного генеза. Перспективными, социально-востребованными и «клинически необходимыми» для здравоохранения можно признать разработку и освоение методик исследования сердечно-сосудистой системы, онкодиагностики, технологии, направленной на сохранение женского здоровья, пренатальную и неонотологическую томографию. Научно-практические семинары: «Клиническое применение МР- томографии», «МР- томография применительно к неврологической патологии: преимущества, новые возможности», «Возможности МРТ для диагностики онкологических заболеваний», курс «Радиологическая диагностика» на факультете усовершенствования врачей Новосибирской государственной медицинской академии, организованные сотрудниками МТЦ, а также курс «Компьютерная анатомия» для студентов медико-биологического отделения ФЕН НГУ способствуют подготовке и совершенствованию медицинских кадров Сибири.

Анализ многолетней деятельности специалистов МТЦ СО РАН, достижения и успехи фундаментальных исследований и прикладных разработок сложившейся отечественной школы МРТ, своевременная институционализация метода, основанные на нём новые диагностические методики большинства медицинских

Савелова О. А., Штарк М. Б. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2012. Т. 154. № 12. С. 664-668; Динамическое картирование головного мозга и когнитивное управление виртуальным игровым сюжетом (исследование методами функциональной магнитно-резонансной томографии) / Резакова М. В., Мажирина К. Г., Покровский М. А., Савелов А. А., Савелова О. А., Штарк М. Б. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2012. Т. 154. № 12. С. 669-673.

патологий позволяют говорить о рождении новой технологии и дают право надеяться на расширение научных проектов, использующих метод МР- томографии и спектроскопии, а также на бóльшую интеграцию метода во все сферы человеческих практик.

Заключение

Научный потенциал Сибири, его состояние и динамика в разные периоды отечественной истории характеризовались разнонаправленными тенденциями. Во второй половине XX в. развитие науки было детерминировано процессами позднеиндустриальной модернизации, а также стратегией ускоренного освоения восточных регионов страны. Эти факторы, наряду с принципом стратегической безопасности, стали основными слагаемыми успеха одного из крупнейших советских научно-организационных проектов – создания СО АН СССР. С его появлением на востоке СССР произошли качественные изменения в структуре научного потенциала региона, резко выросла квалификация научных сотрудников, принципиально расширились направления научных исследований. В значительной степени эти перемены связаны с возникновением и развитием в благоприятных условиях новых научных школ, поддерживаемых научно-образовательным комплексом СО АН СССР (СО РАН) / НГУ.

К началу 2000-х гг. 96 научных школ были признаны ведущими научными школами России. Большинство их лидеров удостоились различных премий и наград РФ, в том числе Государственных премий РФ в области науки и техники. В число таких школ вошла и научная школа в области магнитно-резонансной спектроскопии под руководством академика Р. З. Сагдеева.

Пути возникновения научных школ в Сибирском отделении были разнообразны. В числе широко распространённых – зарождение новой научной идеи внутри уже достаточно развитой дисциплины. Другая траектория – появление школы на стыке наук для решения актуальной междисциплинарной проблемы. Иногда возникали принципиально новые научные идеи, широко открывая окно возможностей в развитии исследований. Зачастую появление школ было обусловлено сразу несколькими траекториями, т. к. любая научная школа является структурой, открытой для научной коммуникации. Именно к ним относятся школы, сформировавшиеся в области спиновой химии и более конкретно – в ядерной магнитно-резонансной спектроскопии, а позже и МРТ. Формирование этих

научных школ представляет сложный процесс, начало которому положил В. В. Воеводский, выдвинувший основополагающую научную идею. Его ученики и коллеги поддержали развитие новой теории, её применение в различных областях исследований. Их деятельность способствовала продвижению новых теоретических программ, давая её представителям возможность реализовать собственное видение научных проблем, выходя за рамки уже существующей школы.

На этом базируется основной вывод диссертации: развитие идей академика В. В. Воеводского в области физической химии, их творческая трансформация и обогащение привели к формированию новых научных школ и направлений под руководством академиков Ю. Н. Молина, Р. З. Сагдеева, Ю. Д. Цветкова и др., и, в целом, к развитию спиновой химии, ЯМР-спектроскопии и МРТ. Достижения действующих научных школ, их стабильность и прогресс основывались на междисциплинарности исследований, осуществляемых через механизм межличностных научных коммуникаций. В советской и российской науке внедрение и институциональное оформление нового метода МРТ- исследований в физической химии, основанного на ядерном магнитном резонансе, также во многом связано с СО АН СССР/ СО РАН. В диссертации показаны основные тенденции этого процесса, условно разделённые на четыре временных этапа.

Первый этап (1946–1973 гг.) – период зарождения и развития в мировой науке концепции ЯМР в применении к различным направлениям химии, в основном как аналитического метода для получения информации о структуре молекул. Этап важен тем, что в это время были заложены методологические основы для дальнейших исследований. К 1970-м гг. ЯМР-структурный анализ достиг расцвета, обеспеченного, среди прочих факторов, значительным прогрессом в конструкции ЯМР-спектрометров. В то же время, в течение почти 25 лет потенциал ЯМР как метода анализа структуры макроскопических объектов не был реализован. ЯМР использовался, прежде всего, химиками. Существенную роль в этом сыграло распространённое упрощённое понимание квантового принципа

неопределенности. На данном этапе ещё не ставился вопрос о визуализации информации о пространственной структуре вещества с помощью ЯМР.

В 1960 г. отечественный исследователь В. А. Иванов предложил принципиальную схему ЯМР-томографа, но его идеи в это время должным образом не оценили и не приняли. Примерно в эти же годы другой учёный Р. Дамадиан (США) также был близок к успеху, обнаружив отличие магнитных характеристик опухолевых тканей от здоровых. Однако только в 1973 г. в научном журнале *Nature* состоялась публикация статьи, давшая старт широкому применению ЯМР-томографии как визуализационного метода в медицине и принеся П. Лаутербуру и П. Мэнсфилду Нобелевскую премию в 2003 г.

Параллельно с этими процессами в институтах вновь образованного Сибирского отделения под руководством академика В. В. Воеводского и его соратников начались масштабные исследования в области радиоспектроскопии, которые стали фундаментальной основой для разработки нового метода. С целью подготовки квалифицированных специалистов соответствующего профиля В. В. Воеводский приступил к организации кафедр физической химии ФЕН и химической физики ФФ в Новосибирском университете. ИХКиГ являлся одним из базовых институтов этих кафедр, специалистов которого приглашали для преподавания ключевых дисциплин. В целом, к началу 1970-х гг. в СО АН СССР была сформирована платформа для решения основополагающего фундаментального круга проблем спиновой химии. Особое внимание уделялось совершенствованию методологии ЭПР, магнитному резонансу, а также различным аспектам биофизики и фотохимии. Междисциплинарность направления способствовала развитию нового метода и базирующихся на его практических приложениях инноваций, и в конечном счёте МРТ.

Второй этап (1973–1983 гг.) – период формирования новых подходов в применении ЯМР-метода, поиск решений и организация отраслевой научной базы, расширение диапазона и спектра новых направлений исследований. Очевидно, что первые ЯМР-томографы заимствовали алгоритм реконструкции изображений у рентгеновских аппаратов. ЯМР-технология весьма гибкая, первые практически

применявшиеся ею алгоритмы получения сигнала основывались на «восстановлении по проекциям» из достаточно зрелой области обратных задач рентгеновской томографии. FONAR Р. Дамадиана стал первым коммерческим томографом "нулевой" эпохи.

В это же время началось активное развитие многомерной ЯМР- спектроскопии, её технологии были подхвачены в ЯМРТ. Р. Эрнст (Нобелевская премия 1991 г.) «освободил» исследователей от привычного одномерного спектра "частота-амплитуда", применив систему координат многомерного пространства. Его идеи воплотились в ЯМРТ фирмой BRUKER, которой к 1983 г. удалось создать первый серийный ЯМР- томограф. (Буква "Я" выпадет из акронима через три года после аварии на Чернобыльской АЭС).

На этом этапе в ИХКиГ СО АН СССР сформировалась группа «Магнитных явлений» в составе лаборатории «Механизмы цепных и радикальных реакций» (зав. лаб. Ю. Н. Молин), где проводились исследования магнитных и спиновых эффектов в химических реакциях и влияния магнитного поля на рекомбинацию радикалов и ХПЯ. В январе 1978 г. на основе этой группы в ИХКиГ была создана лаборатория «Магнитных явлений» под руководством Р. З. Сагдеева.

К началу 1980-х гг. кадровый потенциал и масштабы исследований существенно выросли. На базе Новосибирского государственного университета продолжала формироваться система подготовки профессиональных кадров. Вектор развития науки, направления применений таких методов исследования, как ЯМР, ЭПР и др. определяли формы преподавания химических дисциплин, их оптимизацию и новизну. На кафедрах физической химии и химической физики НГУ происходила кардинальная перестройка учебных планов и программ. Университет стал одним из базовых вузов страны по внедрению ЭВМ в учебный процесс. Началось применение современной вычислительной техники, её аналитических приложений. На факультете естественных наук и физическом факультете активно использовались инновационные формы и методы обучения, был организован семинар «Машинное моделирование процессов и явлений

физической химии». Это усилило теоретическую и практическую подготовку специалистов-физхимиков.

Третий этап (1983–1990 гг.) – период динамичного развития теоретических основ МРТ, разработки и широкого внедрения в практику прогрессивных технологий ЯМР- спектроскопии, выполнения фундаментальных работ по развитию метода в приложениях к медицине и смежным наукам. В этот период аппаратное и технологическое сопровождение уже было в достаточной мере обеспечено: ЯМР- спектрометры широко применялись в научных проектах, началось использование первых ЯМР- томографов в биомедицинских исследованиях.

В начале 1988 г. Президиум Сибирского отделения принял принципиальное решение о создании международного центра в области магнитно-резонансной томографии с выделением будущему учреждению отдельного здания – корпуса-модуля Института химической кинетики и горения. В январе 1989 г. лаборатория «Магнитных явлений» получила статус Научно-методического центра по ЯМРТ при ИХКиГ. К 1990 г. оформились его структура и кадровый потенциал. Центр фактически перешёл от стопроцентного бюджетного финансирования, которое он получал в качестве лаборатории МЯ ИХКиГ СО АН СССР, на хозрасчётные принципы финансирования. МТЦ принимал активное участие в международном сотрудничестве по фундаментальным и прикладным проблемам развития МР- томографии и смежных областей науки, его сотрудники участвовали в конференциях, семинарах и симпозиумах, представляя доклады и научные публикации по основным темам исследований Центра.

Продолжалось сотрудничество МТЦ с НГУ и другими вузами региона, которое играло важную роль и в экспериментальных исследованиях, и в формировании квалифицированного кадрового потенциала из числа выпускников, выполнявших дипломные работы непосредственно в Центре. Сотрудничество осуществлялось в рамках следующих направлений: совместная научно-исследовательская работа, преддипломная практика студентов ФЕН и ФФ, преподавательская деятельность ведущих сотрудников Международного

томографического центра в вузах, организация научного руководства аспирантами, проведение конференций и семинаров и др. Внимательная проработка кадровых вопросов, гибкий подход к созданию кадрового резерва стали залогом успешного развития нового направления – МРТ, его становления.

Четвертый этап – 1990-е – начало 2000-х гг. В этот период закладывались базовые основы и принципы деятельности нового НИУ, происходило формирование организационной структуры и направлений научных исследований применительно к условиям рыночной экономики. В значительной мере этот процесс осуществлялся на основе традиционного для СО РАН принципа «под директора». Одновременно определялись и уточнялись направления научных исследований, связанные с развитием научно-методического обеспечения процессов практического использования МРТ (его медицинских и немедицинских приложений). Особое внимание уделялось ресурсному обеспечению для их развёртывания, поиску и разработке высокоэффективных инновационных технологий и методов исследований. Актуализировались исследования молекулярных структур, физико-химических и структурно-динамических свойств веществ в различных агрегатных состояниях с применением анализаторов на основе ЯМР.

В 1993 г. в соответствии с Распоряжением Президента Российской Федерации МТЦ стал добровольной неправительственной организацией – «открытым институтом» в составе СО РАН, ориентированным на изучение теоретических и прикладных проблем МРТ. Тем самым в СО АН СССР / СО РАН завершились процессы организации нового научно-исследовательского учреждения и институционализации нового научного направления.

Это событие имело важнейшее значение для дальнейшего развития Института. С завершением строительства нового корпуса (1993 г.) появилась возможность объединить научные лаборатории, создав новые подразделения по всем направлениям исследований. Дополнительное бюджетное финансирование давало возможность для привлечения квалифицированных научных кадров, стимулирования дальнейшего роста кадрового потенциала. Кроме того,

расширение приборной базы Центра, оснащение его самым современным оборудованием способствовало развитию и продвижению МРТ в СО РАН.

Последнее обстоятельство имело огромное значение не только для комплекса академических учреждений в Сибири, но и для страны в целом. Фундаментальность явления, универсальные возможности ЯМР как аналитического инструмента позволили этому методу объединить химию и физику, биологию, медицину и экологию в едином междисциплинарном подходе для решения исследовательских задач из разных областей естествознания. Его возможности как образовательной дисциплины используются для формирования базовых знаний естественнонаучного цикла и создания новых инструментальных технологий, ярким примером которых является магнитно-резонансная томография и её медицинские и немедицинские приложения.

В начале 2000-х гг. – стартовал новый этап в развитии и применении ЯМР- метода в самых разных областях науки и техники – от когнитивной нейрологии (фиксация мыслительных процессов) до археологических изысканий, интерпретации геофизических данных, решения лингвистических задач и др. Этот этап продолжается и в настоящее время. МТЦ СО РАН продолжает научную и практическую деятельность в качестве одного из ведущих научных учреждений академической науки в Сибири и лидера в разработке и применении МРТ не только в Сибирском регионе, но и в стране в целом.

Одним диссертационным исследованием невозможно охватить всё многообразие проблем изучаемой темы. Интеграция различных наук, изучение явлений с позиций разных дисциплин создаёт мощный синергетический эффект и обеспечивает технологический прорыв, который стимулирует развитие многих областей науки, образования и инновационной практики. В связи с этим представляется целесообразным продолжить изучение новых междисциплинарных направлений в развитии ЯМР- спектроскопии и томографии с точки зрения фундаментальной науки, а также новых применений инновационной технологии МРТ в социальной практике, создание лекционных курсов для студентов вузов по введению в историю становления и развития МРТ.

Список сокращений

АМН СССР / РАМН – Академия медицинских наук СССР (Российская академия медицинских наук)

АН СССР / РАН – Академия наук СССР / Российская академия наук

АРАН – Архив РАН

ВКНЦ АМН СССР – Всесоюзный кардиологический научный центр

ГАО – Государственный архив Новосибирской области

ГИС – геофизические исследования скважин

ГКНТ СМ СССР – Государственный комитет по науке и технике Совета Министров СССР

ИК СО АН СССР / СО РАН – Институт катализа

ИК – инфракрасный

ИНХ СО АН СССР / СО РАН – Институт неорганической химии

ИХКиГ СО АН СССР / СО РАН – Институт химической кинетики и горения

ИХФ АН СССР – Институт химической физики АН СССР

ИЦиГ СО АН СССР / СО РАН – Институт цитологии и генетики

ИЯФ СО АН СССР / СО РАН – Институт ядерной физики

КГПИ – Красноярский государственный педагогический институт

КТ – компьютерная томография

ЛД – лучевая диагностика

ЛМЯ – лаб. Магнитных явлений (ИХКиГ СО АН СССР)

МГУ – Московский государственный университет

МНЦ – Международный научный центр

МРМ – магнитно-резонансная микроскопия

МРТ – магнитно-резонансная томография

МТЦ СО РАН – Международный томографический центр

МФТИ – Московский физико-технический институт

МЦиРР – лаб. Механизма цепных и радикальных реакций (ИХКиГ СО АН СССР)

НАСО – Научный архив Сибирского отделения

НГТУ – Новосибирский государственный технический университет
НГУ – Новосибирский государственный университет
НИИ – Научно-исследовательский институт
НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки
НИОХ СО АН СССР / СО РАН – Новосибирский институт органической химии
НИР – научно-исследовательские разработки
НИУ – Научно-исследовательское учреждение
ННЦ – Новосибирский научный центр
НПЦ – Научно-производственный центр
ОГПНТБ СО РАН – Отделение Государственной публичной научно-технической библиотеки
ООТХ АН СССР – Отделение общей и технической химии
СибЛТИ – Сибирский лесотехнический институт (Красноярск)
СО АН СССР / СО РАН – Сибирское отделение
СОПС – Совет по изучению производительных сил
ТНК – Тюменская нефтяная компания
УЗИ – ультразвуковое исследование
УФ – ультрафиолетовый
ФЕН – Факультет естественных наук (НГУ)
ФМРТ – функциональная МРТ
ФФ – Физический факультет (НГУ)
ФЦП – Федеральная целевая программа
ХПЭ – химическая поляризация электронов
ХПЯ – химическая поляризация ядер
ЦКБ СО АН СССР / СО РАН – Центральная клиническая больница
ЦНС – центральная нервная система
ЭПР – электронный парамагнитный резонанс
ЯМР – ядерный магнитный резонанс

Список использованных источников и литературы

Источники

Нормативно-правовые документы

1. КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. (1898-1986). Изд. 9-е, доп. и испр. / Институт марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. – М.: Издательство политической литературы, 1986. – 576 с.
2. О дальнейшем развитии научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях. Постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР № 163 от 20 февраля 1964 г. // Собрание постановлений Правительства СССР. 1964 г. – № 3. – С. 15.
3. О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций в ускорении использования в народном хозяйстве достижений науки и техники: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 760 от 24 сентября 1968 г. // Справочник партийного работника. – М., 1969. – Вып. 9. – С. 257–283.
4. О присуждении Государственных премий Российской Федерации 1994 года в области науки и техники: Указ Президента Российской Федерации № 1187 от 10 июня 1994 г. // Собрание законодательства РФ. 1994. – № 7. – Ст. 749 – С. 1089.
5. Постановление Правительства РФ № 1387 от 5 ноября 1997 г. «О мерах по стабилизации и развитию здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=7&nd=102049915&bpa=cd00000&bpas=cd00000&intelsearch=%CE+%E3%EE%F1%F3%E4%E0%F0%F1%F2%E2%E5%ED%ED%EE%E9+%E3%F0%E0%E6%E4%E0%ED%F1%EA%EE%E9+%F1%EB%F3%E6%E1%E5++ (дата обращения 12.10.2014).

6. Постановление Совета Министров СССР № 564 от 18.05.1957 г. «О создании Сибирского отделения Академии наук СССР» [Электронный ресурс]. URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/ussr_5199.htm (дата обращения 16.07.2012).
7. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР. 17 апреля 1986 г. // *Собрание постановлений Правительства СССР*. 1986. – № 19. – Ст. 101. – С. 319– 320.
8. Приказ Минздравмедпрома России № 128 от 05.04.96 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_105/doc105a747x749.htm (дата обращения 27.08.2014).
9. Сибирское отделение Российской академии наук: создание (1957-1961 годы): Сб. докум. / Сост. Е. Г. Водичев, И. С. Кузнецов, Л. И. Пыстина, Ю. И. Узбекова; отв. ред. Е. Г. Водичев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт истории. – Новосибирск: «Нонпарель», 2007. – 376 с.
10. *Собрание законодательства Российской Федерации*. 1994. – № 7.
11. *Собрание постановлений Правительства СССР*, 1964. – № 3.
12. *Собрание постановлений Правительства СССР*. 1986. – № 19.
13. *Справочник партийного работника*. – М., 1969. – Вып. 9. – 576 с.
14. Указ Президента Российской Федерации: «О присуждении Государственных премий Российской Федерации 1994 года в области науки и техники» № 1187 от 10 июня 1994 г. // *Собрание законодательства Российской Федерации*. – 1994. – № 7. – Ст. 749. – С. 1089.
15. ФЦП "Развитие медицинской промышленности в 1998 - 2000 годах и на период до 2005 года", утвержденная постановлением Правительства РФ № 650 от 24 июня 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/4174858/#block_10000 (дата обращения 12.10.2014).

Архивные документы

Архив Российской академии наук (РАН)

16. РАН. Ф. 2 (Секретариат Президиума Российской академии наук). Оп. 1. (1957). Д. 64; Оп. 7. Д. 160.

17. АРАН. Ф. 411 (Управление кадров Российской академии наук). Оп. 3. Д. 269 (личное дело академика В. В. Воеводского).

18. АРАН. Ф. 1625. (Воеводский В. В. 1917–1967) Оп. 1. Д. 4. Л. 1-291.

19. АРАН. Ф. 2. Оп. 1. (1957). Д. 64. Л. 103. Ковальский Александр Алексеевич.

Государственный архив Новосибирской области (ГАНО)

20. ГАНО. Ф. Р-1848 (Новосибирский государственный университет). Оп. 1. ДД. 1-40.

Научный архив Сибирского отделения РАН (НАСО)

21. НАСО. Ф. 10 (Президиум Сибирского отделения Российской академии наук): Оп. 3. Д. 703, 759а; Оп. 4. Д. 4; Оп. 5. Д. 761, 811, 862, 869, 895, 946, 964, 967, 972, 991, 1061, 1071, 1091, 1140, 1141, 1158, 1162, 1187, 1240, 1256, 1277, 1287, 1343, 1390, 1396, 1450, 1487, 1576, 1617, 1647, 1725, 1770, 1796, 1874, 2082; Оп. 11. Д. 677, 1035, 1145, 1158, 1162, 1226, 1240, 1277, 1396.

22. НАСО. Ф. 38 (Институт химической кинетики и горения СО АН СССР). Справка ГПНТБ; Оп. 1. Д. 3, 4, 252, 253, 339, 357, 360, 370, 376, 402, 567, 543, 569, 583, 589, 603, 606, 639.

23. НАСО. Ф. 75. (Воеводский В. В. (1917-1967), физикохимик; академик АН СССР (1964)).

Материалы фондов научно-технической документации

Документальный фонд мемориальной библиотеки и музея академика В.А. Коптюга при Отделении Государственной публичной научно-технической библиотеки Сибирского отделения РАН (ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН)

24. ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Научные труды и материалы к ним, биографические документы, материалы по деятельности, переписка В. А. Коптюга.

25. ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 417. Международный центр томографии. Документы 1989–1991 гг.
26. ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 539. Программа «Сибирь». Документы 1991–1993 гг.
27. ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 569. Презентация Международных центров Сибири в Москве. 14 исследовательских МЦ Сибири.
28. ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 684. Международный томографический центр. Материалы по организации МТЦ. Документы по лицензированию деятельности центра (1995 г.).
29. ДФ В. А. Коптюга ОГПНТБ СО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 688. Международные центры в Сибири.

Международный томографический центр (МТЦ) СО РАН

30. Материалы научных конференций. 1990–2000 гг.
31. Отчёты о научной и научно-организационной деятельности. 1993–2013 гг.
32. Приказ Минздрава РСФСР № 132 от 02.08.91 г.

Сибирское отделение Российской академии наук (СО РАН). Президиум

33. Материалы комплексной проверки МТЦ СО РАН 2000-2010 гг.
34. Постановление Президиума № 102 от 23.08.2007 г.
35. Распоряжение Президиума № 15000-357 от 17.06.1996 г.
36. Секреты молекулярных магнетиков // Доклад В. И. Овчаренко на заседании Президиума СО РАН, март, 2002.

Сибирское отделение Российской академии медицинских наук (СО РАМН)

37. Материалы Президиума. Постановление Президиума СО РАМН № 1 от 23 января 2013 г.

Новосибирский государственный университет (НГУ). Факультет естественных наук (ФЕН). Кафедра Физической химии.

38. История создания и развития. Юбилейная книга ФЕН (к 25-летию факультета). Новосибирск, НГУ. 1984. 74 с.

**Научно-справочные материалы, энциклопедические издания, электронные
базы данных**

39. Академия наук СССР. Сибирское отделение. Персональный состав: Действительные члены, члены-корреспонденты. 1957—1982. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1982. – 118 с.

40. Академия наук СССР. Сибирское отделение. Хроника. 1957-1982 гг. – Новосибирск: Наука, 1982. – 337 с.

41. Атлас спектров электронного парамагнитного резонанса. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. – Вып.1: Теоретически рассчитанные многокомпонентные симметричные спектры / сост. Я. С. Лебедев, Д. М. Черникова, Н. Н. Тихомирова; отв. ред. Я. С. Лебедев, В. В. Воеводский. – 230 с.

42. Багрянская Елена Григорьевна // [Электронный ресурс]. URL: <http://web.nioch.nsc.ru/institut-glavnaya-2/rukovoditel-instituta> (дата обращения 23.06.2015).

43. База авторских свидетельств и патентов СССР. Архивы публикаций по датам. Материалами базы являются авторские свидетельства и патенты на изобретения, опубликованные во времена СССР. Содержит описания, модели и чертежи различных устройств, механизмов, приспособлений. А также множество способов и методов получения, изготовления и производства изделий, препаратов, материалов и др. Ресурс является информационным. – [Электронный ресурс]. URL: <http://patents.su/?page=archives>; свободный (дата обращения 25.09.2012).

44. Беленков Юрий Никитич // [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/biology/text/3289366> (дата обращения 30.12.2015).

45. Библиотека нормативно-правовых актов Союза Советских Социалистических Республик. Содержит интернет архив 20000 документов с 1917

по 1992 гг. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.libussr.ru/> (дата обращения 03.08.2016).

46. Блюменфельд Лев Александрович // [Электронный ресурс]. URL: http://www.kinetics.nsc.ru/voevod_prize/blum.html (дата обращения 23.02.2015).

47. Большая российская энциклопедия. – [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/> (дата обращения 23.03.2017).

48. Большая советская энциклопедия. – [Электронный ресурс]. URL: <http://bse.uaio.ru/BSE/bse30.htm> (дата обращения 23.03.2017).

49. Бучаченко Анатолий Леонидович // [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-134.ln-ru.dl-.pr-inf.uk-12 (дата обращения 5.06.2016).

50. В. К. Рентген – Первый Нобелевский лауреат // [Электронный ресурс]. URL: <http://radiomed.ru/forum/vk-rentgen-pervyy-nobelevskiy-laureat> (дата обращения 25.07.2014).

51. Воеводский Владислав Владиславович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 54–55.

52. Габуда Святослав Петрович // Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru/ru/history/team/lag> (дата обращения 17.02.2014).

53. ГПНТБ СО РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spsl.nsc.ru/> (дата обращения 21.12.2017);

54. Жидомиров Георгий Михайлович // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/lab/chemkin/people/zhidomirov.html> (дата обращения 3.04.2015).

55. Завойский Евгений Константинович // [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-50483.ln-ru.dl-.pr-inf.uk-12 (дата обращения 17.07.2015).

56. Замараев Кирилл Ильич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 96–97.

57. Использование материалов по истории вуза в курсе истории КПСС: Справочные материалы по истории Новосибирского государственного университета им. Ленинского комсомола / [сост. А. Г. Борзенков]. – Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 1987. – 27 с.
58. Кемеров В. Философская энциклопедия, «Панпринт», 1998 г., [Электронный ресурс]. URL: <http://www.term.ru/dictionary/183/word/nauchnaja-shkola> (дата обращения 23.09.2011).
59. Киренский Леонид Васильевич // Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав. – Новосибирск, 2007. – С. 108–109.
60. Кнорре Дмитрий Георгиевич // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 110–111.
61. Красноярский материк. Времена. Люди. Документы. / ред.-сост. О. А. Карлова, Р. Х. Солнцев, Б. А. Чмыхало. – Красноярск: Гротеск, 1998. – 1000 с.
62. Лаврентьев Михаил Михайлович // РАН. Сибирское отделение. Персональный состав. С. 152–153.
63. Лауреаты Нобелевской премии 2003 года: по физиологии и медицине – П. Лаутербур и П. Мэнсфилд // Природа. – 2004. – № 1. – С. 6–8.
64. Лундин Арнольд Геннадиевич // [Электронный ресурс] / Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского. URL: <http://kirensky.ru/ru/history/team/lag> (дата обращения 17.02.2014).
65. Материалы Международной конференции «Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография в многопрофильной клинике» 11-12 ноября 1997 г. Москва. – М.: Изд. «Паганель-Принт». – 295 с.
66. VIII Международная конференция им. В. В. Воеводского «Физика и химия элементарных химических процессов» и молодежная научная школа «Магнитный резонанс и магнитные явления в химической и биологической физике» – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/vvv2012/> (дата обращения 20.11.2016).

67. Межрегиональная научно-техническая программа "СИБИРЬ" – [Электронный ресурс]. URL: http://www.nsc.ru/win/sbras/pr_sib/ (дата обращения 24.02.2014).
68. Михайлов Г. М. // Официальный сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского – [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru/ru/history/team/lag> (дата обращения 17.02.2014).
69. Молин Юрий Николаевич // Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав. – Новосибирск, 2007. – С. 176–177.
70. Молин Юрий Николаевич: Справка // Новосибирск: Энциклопедия; гл. ред. В. А. Ламин. – Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 2003. – С. 535.
71. Молодежная научная школа «Магнитный резонанс и магнитные явления в химической и биологической физике» – [Электронный ресурс]. URL: <http://physchem.wixsite.com/schoolmr2014> (дата обращения 25.12.2014).
72. Научная школа «Магнитные и спиновые эффекты в радикальных реакциях». Руководитель научной школы академик Ю. Н. Молин – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/CMS/index.php?id=356> (дата обращения 17.02.2014).
73. Научная школа «Химическая радиоспектроскопия ЭПР высокого разрешения». Руководитель научной школы академик Ю. Д. Цветков – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/CMS/index.php?id=355> (дата обращения 17.02.2014).
74. Научная электронная библиотека elibrary.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения 30.11.2017).
75. Научные открытия России. Государственный реестр открытий СССР. Научное открытие «Закономерность радикальных химических реакций» Авторы: А. Л. Бучаченко, Э. М. Галимов, Т. В. Лешина, Ю. Н. Молин, Р. З. Сагдеев. Номер открытия и дата приоритета: № 300 с приоритетом по двум датам – от 25 октября 1972 г. в части обнаружения зависимости скорости взаимодействия радикалов от магнитных моментов ядер и 17 декабря 1975 г. в части обнаружения перераспределения изотопов в продуктах реакций. Заявка: № ОТ-10003

от 15 февраля 1979 г. Дата регистрации: 11 марта 1985 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://ross-nauka.narod.ru/05/05-300.html> (дата обращения 04.08.2013).

76. Научные школы Новосибирского научного центра (ННЦ). – [Электронный ресурс]. Содержит информационные материалы о жизни и научной деятельности учёных-лидеров научных школ, библиографические списки работ, избранные труды, сведения об изобретениях и открытиях. URL: <http://www.prometeus.nsc.ru/science/schools/>. Школа академика В. В. Воеводского (химическая физика): URL: <http://www.prometeus.nsc.ru/science/schools/voevod/> (дата обращения 23.11.2016).

77. Новосибирский государственный университет / Е. И. Биченков, А. Г. Гранберг, М. И. Рижский и др.; редкол.: М. И. Каргаполов (отв. ред.) и др.; Новосибирский государственный университет. – Новосибирск: НГУ, 1970. – 209 с.

78. Овчаренко Виктор Иванович // Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав. – Новосибирск, 2007. – С. 448–449.

79. Открытия СО АН СССР. 1957-1991 гг. Диплом № 300. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.prometeus.nsc.ru/patent/invent/d-300.ssi> (дата обращения 02.04.2014).

80. Открытый архив СО РАН. [Электронный ресурс]. URL: <http://duh.iis.nsk.su/openarchive/Default.cshhtml>, свободный. Фонд М.М. Лаврентьева. Коллекции фонда М.М. Лаврентьева. Работы академика М.М. Лаврентьева. Лаврентьев М.М. рукопись статьи «Томография» (*орфография и стилистика автора сохранены*) [Электронный ресурс]. URL: http://duh.iis.nsk.su/openarchive/Portrait.cshhtml?id=Xu_kray_634993802507080078_1739 (дата обращения 17.03.2014).

81. Патент № 693230. Импульсный спектрометр электронного парамагнитного резонанса. Заявка № 2418456 от 12.10.1976 г. // [Электронный ресурс]. URL: <http://patents.su/3-693230-impulsnyjj-spektrometr-ehlektronnogo-paramagnitnogo-rezonansa.html#addit> (дата обращения 24.01.2015).

82. Патент № 1112266 Иванов В. А. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/111/1112266.html> (дата обращения 25.09.2012).
83. Патенты. Иванов В. А. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/byauthors/849010> (дата обращения 25.09.2012).
84. Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав / сост. Е. Г. Водичев, Г. М. Запорожченко, О. Н. Калинина и др.; Институт истории СО РАН. – Новосибирск: Наука, 2007. – 603 с.
85. Сагдеев Ренад Зиннурович // Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав. – Новосибирск, 2007. – С. 224–225.
86. Сайт издания СО РАН «Наука в Сибири». Содержит информационные материалы, архив газеты. – [Электронный ресурс]. URL: http://www.nsc.ru/HBC/view_archive.phtml?lang=ru (дата обращения 17.11.2016).
87. Сайт Института физики СО РАН им. Л. В. Киренского. Содержит информационные материалы об истории, структуре, основных направлениях и результатах научной и образовательной деятельности института, нормативные и исторические документы. – [Электронный ресурс] URL: <http://kirensky.ru> (дата обращения 17.02.2014).
88. Сайт Института химической кинетики и горения (ИХКиГ) СО РАН. – [Электронный ресурс]. Содержит информационные материалы об истории, структуре, основных направлениях и результатах научной и образовательной деятельности института, нормативные документы. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru>. Хроника. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum> (дата обращения 17.06.2016).
89. Сайт Международного томографического центра (МТЦ) СО РАН. Содержит информационные материалы о структуре, основных направлениях и результатах научной и образовательной деятельности института, нормативные, учредительные и хозяйственные документы, планы и отчёты, сведения о конференциях, семинарах, публикациях, учебные пособия и др. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tomo.nsc.ru/mtc/> (дата обращения 19.01.2017).

90. Сайт Научно-производственной фирмы "Аз". – Российский производитель магнитно-резонансных томографов. Содержит информационные материалы об истории компании, производственной и образовательной деятельности, продуктах и услугах, методические пособия по МРТ. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.az-mri.com/ms/index11.php> (дата обращения 23.09.2012).

91. Сайт Новосибирского государственного университета. – [Электронный ресурс]. URL: <http://nsu.ru/>; свободный. Хроника жизни НГУ (к юбилею 55 лет НГУ). URL: <http://nsu.ru/cronicle> (дата обращения 16.05.2014).

92. Сайт Федеральной службы государственной статистики. – [Электронный ресурс]. Содержит статистические данные. URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения 10.02.2015).

93. Салихов Кев Минуллинович // [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-384.ln-ru.dl-.pr-inf.uk-12 (дата обращения 5.06.2016).

94. Семёнов Анатолий Григорьевич – специалист в области разработки и создания электронной аппаратуры для магнитного резонанса, доктор технических наук, зав. лаб. физических методов в химической кинетике ИХКиГ СО АН СССР // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum/Semenov/Semenov.html> (дата обращения 24.01.2017).

95. Семинар «Функциональная МРТ головного мозга: наука и практика» // ФГБУ «Лечебно-диагностический центр» Минздрава России. Москва, 22 апреля 2014. – [Электронный ресурс]. URL: <http://virtualcoglab.org/fmriseminar2014.html> (дата обращения 25.02.2016).

96. Терновой Сергей Константинович // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biograph.ru/index.php/whoiswho/11-medicine/1240-ternovoisk> (дата обращения 30.12.2015).

97. Физическая энциклопедия / по материалам: Электронное спиновое эхо и его применение. К. М. Салихов, А. Г. Семёнов, Ю. Д. Цветков. – Новосибирск,

1976 г. [Электронный ресурс]. URL: www.femto.com.ua/articles/part_2/3819.html (дата обращения 30.04.2013).

98. Химическая энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: http://enc-dic.com/enc_chemistry/Izotopne-jeffekt-720.html (дата обращения 19.02.2014).

99. Цветков Юрий Дмитриевич // [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=id-1185.ln-ru.dl-.pr-inf.uk-12 (дата обращения 17.04.2015).

100. Энциклопедия Красноярского края. [Электронный ресурс] URL: <http://my.krskstate.ru> (дата обращения 17.02.2014).

101. Ядерный магнитный резонанс // Википедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерный_магнитный_резонанс (дата обращения 25.07.2012).

102. About Varian. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.varian.com/about-varian>; свободный. Сайт фирмы «Вариан». Содержит информационные материалы об истории компании, производственной деятельности, продуктах и услугах. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.varian.com/> (дата обращения 05.03.2014).

103. Paul C. Lauterbur / The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2003 [Электронный ресурс]. URL: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/lauterbur-facts.html (дата обращения 25.07.2012).

104. Richard R. Ernst (Ричард Р. Эрнст) // [Электронный ресурс]. URL: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1991/ (дата обращения 25.07.2012).

105. Sir Peter Mansfield / The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2003 [Электронный ресурс]. URL: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/mansfield-facts.html (дата обращения 25.07.2012).

106. Scopus (SciVerse Scopus) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения 23.12.2017).

Учебно-методические издания

107. Бекман И. Н. Курс лекций «Ядерная медицина» Лекция 1 «Лучевая диагностика» [Электронный ресурс]. URL: <http://studall.org/all3-41683.html> (дата обращения 18.05.2014).
108. Белановский С. А. Методика и техника фокусированного интервью : (учеб.-метод. пособие) / С. А. Белановский. – М.: Наука, 1993. – 352 с.
109. Введение в МР-томографию / под ред. Р. З. Сагдеева, У. Айххоффа – Новосибирск, 1991. – 92 с.
110. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР / Х. Гюнтер. – М., "Мир", 1984. – 478 с.
111. Магнитно-резонансная томография (руководство для врачей) / под. ред. проф. Г. Е. Труфанова, канд. мед. наук В. А. Фокина. – СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2007. – 688 с.
112. Магнитный резонанс в медицине: осн. учеб. Европ. Форума по магнит. резонансу в комплекте с компьютер. прогр.: пер. с англ. / П. А. Ринк. – М.: Гэотар-мед, 2003. – 245 с.
113. Салихов К. М. 10 лекций по спиновой химии [Электронный ресурс] // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. Электрон. дан. – 2001. – № 4. – URL: http://chem.kstu.ru/butlerov_comm/vol1/cd-a1/data/jchem&cs/russian/n4/appl4/chph1/1.htm (дата обращения 10.04.2014).
114. Хорнак Дж. П. Основы МРТ / Copyright © 1996-2007 J. P. Hornak, пер. И. Н. Гиппа С. 3. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm> (дата обращения 02.05.2015).
115. Якобсон М. Г. Информационная памятка. – МТЦ, 1991. – С. 1.

Научные труды: авторефераты диссертаций; публикации сотрудников ИХКиГ СО АН СССР, а позже и МТЦ СО РАН (Приложение А)

116. Березина Н. А. Научное обоснование организации магнитно-резонансной томографии медицинскими учреждениями различных форм

собственности в условиях крупного города : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Н. А. Березина. – М., 2008. – 19 с.

117. Коптюг И. В. ЯМР томография процессов массопереноса и химических превращений в гетерогенных системах : автореф. дис. ... докт. хим. наук / И. В. Коптюг. – Новосибирск, 2003. – 34 с.

118. Коростышевская А. М. Возможности магнитно-резонансной томографии в пренатальной диагностике патологии головного мозга и биометрии интракраниальных ликворных структур : автореф. дис. ... докт. мед. наук / А. М. Коростышевская. – Томск, 2010. – 31 с.

119. Лукьянёнок П. И. Магнитно-резонансная томография в диагностике почечных артериальных гипертензий : автореф. дис... канд. мед. наук. / П. И. Лукьянёнок. – М., 1986. – 26 с.

120. Тулупов А. А. Совершенствование мр-томографической визуализации кровотока и ликворотока в области головы и шеи : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. А. Тулупов. – Томск, 2006. – 20 с.

121. Федюк Е.Р. Академик Сергей Алексеевич Христианович и его научные школы : автореф. дис. ... канд. ист. наук / Е.Р. Федюк. – Томск, 2010. – 19 с.

Далее см. Приложение А.

Воспоминания

122. Асеев А. Л. Академику Ю. Н. Молину – 80 лет / А. Л. Асеев, В. И. Бухтияров, В. Н. Пармон // Наука в Сибири. – 2014. – № 6. – С. 2.

123. Век Лаврентьева / сост. Н. А. Притвиц, В. Д. Ермиков, З. М. Ибрагимова; отв. ред. Н. Л. Добрецов, Г. И. Марчук; Рос. акад. наук, Сибирское отд-ние, Президиум. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 456 с.

124. Городок.ru. Новосибирский Академгородок на пороге третьего тысячелетия: Воспоминания, размышления, проекты: сб. ст. – Новосибирск, 2003. – 420 с.

125. Дубовицкий Ф. И. Институт химической физики. (Очерки истории) / Ф. И. Дубовицкий. – Рос. акад. наук, Институт химической физики. – Черноголовка, 1992. – 812 с.

126. Жить в городе у озера / Из воспоминаний Миндолина В.А. // Городок.ru: сб. статей. – Новосибирск, 2003. – 420 с. – С. 382–389.

127. Завойская Н. Е. История одного открытия / Н. Е. Завойская. – М., ООО "Группа ИДТ", 2007. – 208 с.

128. Из российской глубинки – в науку: научная династия Келлей – Добрецовых / [ред.-сост. Н.А. Притвиц]; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние. 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2009. – 242 с.

129. К 90-летию со дня рождения Владислава Владиславовича Воеводского (1917-1967) // Химия в интересах устойчивого развития. – 2008. – Т. 16, № 3. – С. 285–287.

130. К юбилею академика Ю.Н. Молина // Журн. структурной химии. – 2004. – Т. 45, № 2. – С. 379.

131. Кессених А. В. Эдвард Майлз Перселл, Феликс Блох и открытие магнитного резонанса // ИИЕТ им. С. И. Вавилова РАН. – 2012. – С. 23–24. [Электронный ресурс]. URL: <http://ufn.ru/tribune/trib116.pdf> (дата обращения 06.03.2014).

132. Климин А. И., Урвалов В. А. Первый нобелевский лауреат Вильгельм РЕНТГЕН / К 100-летию присуждения Нобелевских премий. [Электронный ресурс]. URL: <https://radiomed.ru/forum/vk-rentgen-pervyyu-nobelevskiy-laureat> (дата обращения 26.07.2012).

133. Кондратьев В. Н. Профессор В. В. Воеводский: [Предисловие к книге] / В. Н. Кондратьев // Свободнорадикальные состояния в химии: Междунар. сб. памяти академика В. В. Воеводского. Отв. ред. Л. А. Блюменфельд, Ю. Н. Молин. – Новосибирск: Наука, 1972. – С. 7–9.

134. Кондратьев В. Н. Ученый, педагог, организатор // За науку в Сибири. – 1967. – № 31. – С. 2.

135. Лаврентьев М. А. Опыты жизни. 50 лет в науке // Век Лаврентьева : сб. ст. – Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал В 26 «Гео», 2000. – 456 с.
136. Лёшина Т. В. Вкус к постижению нового [Электронный ресурс] // Наука в Сибири. – Электрон. Дан. – 2004. – № 4. – С. 2. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?7+277+1> (дата обращения 25.10.2014).
137. Лисс Л. Ф. Было это так. (К 50-летию НГУ) // Вестник НГУ: науч. журн. Сер.: История, филология. – Новосибирск. – 2009. – Т. 8, вып. 1. – С. 225–236.
138. Наука в Сибири – для Сибири: [Беседа с академиком А.А. Трофимуком] // Экономика и орг. пром. пр-ва. – 1977. – № 3. – С. 31–44.
139. Наука. Академгородок. Университет: Воспоминания. Очерки. Интервью / Новосиб. гос. ун-т; под. ред. Н. С. Диканского, Н. В. Дулеповой, В. В. Радченко. – Новосибирск: НГУ, 1999. – Вып. 1. – 479 с.
140. НГУ: вчера, сегодня, завтра. Воспоминания. Очерки. Интервью, 1959–2009 / Федеральное агентство по образованию, Новосибирский государственный университет; [гл. ред. В. А. Собянин]. [Юбилейное изд.]. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2009. – 286 с.
141. Нотман Р. К. Преемственность: Научные школы СО РАН / отв. ред. В. И. Молодин; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 539 с. (Интеллигенты России, вып. 2).
142. О времени и о себе. ФФ НГУ 1963-1968 гг. / отв. ред. Б. Н. Лукьянов. НГУ, 2-е изд. испр. и доп. – Новосибирск: РИЦ НГУ. 2014. – 824 с.
143. Он услышал голос атома / Ю. Захаров, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики СибГТУ // Красноярский рабочий. – Красноярск, 2001. – 9 июня. [Электронный ресурс] URL: http://www.krasrab.com/archive/2001/06/09/17/view_article (дата обращения 17.06.2014).
144. Хроника жизни НГУ (к юбилею 55 лет НГУ). [Электронный ресурс]. URL: http://nsu.ru/exp/2014/5/16/hronika_zhizni_ngu (дата обращения 16.05.2014).

145. Хроника сороколетия, год 1987. // Наука в Сибири. – Электрон. дан. – 1998. – № 5-6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/article.phtml?nid=171&id=4> (дата обращения 19.03.2014).

146. Юдина Л. Наследие академика Воеводского / Л. Юдина, Т. Лешина // Наука в Сибири. – 1987. – № 29. – С. 1, 6.

Публикации в периодических изданиях

147. Большой смотр достижений химической науки / К итогам работы XVIII Менделеевского съезда химиков, сентябрь 2007 г., Москва // Наука в Сибири. – 2007. – № 41. – С. 12–13. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?17+436+1> (дата обращения 20.02.2014).

148. В науке легко не бывает // Наука в Сибири. – 2006. – № 1-2. – С. 13. [Электронный ресурс] URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?31+360+1> (дата обращения 17.02.2014).

149. Дыши, кристалл // Сибирское отделение РАН. РАН, СО РАН, Сибирь. – Дайджест прессы. – № 10. – 21.05-07.06.2008. – С. 73.

150. Жизненная школа академика Сагдеева // Наука в Сибири. – 2010. – С. 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sbras.info/articles/person/zhiznennaya-shkola-akademika-sagdeeva> (дата обращения 04.08.2013).

151. Институт, который построил Сагдеев: Беседа // Санкт-Петербургский университет. – 2004. – № 6. – С. 6.

152. Кластер – 2012 // Наука в Сибири. – 2012. – № 24. – С. 3.

153. Магнетизм академика Сагдеева (рубрика Персона) // Совет директоров. – 2011. – № 12. – С. 22–23.

154. Международное признание заслуг ученого // Наука в Сибири. – 1998. – № 45–46. – С. 1. Почетным членом Международного общества электронного парамагнитного резонанса (International EPR (ESR) Society) избран академик Ю.Молин - как один из основателей «спиновой» химии.

155. Памяти В. В. Воеводского // Известия СО АН СССР, отд. Х.н. – 1967. – Вып 2. – С. 181–182.

156. Полон творческих замыслов [Электронный ресурс] // Наука в Сибири. Электрон. дан. – 2006. – № 47. – С. 3. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?5+398+1> (дата обращения 22.02.2012).

157. Премия им. академика В. В. Воеводского — академику Ю. Н. Молину // Наука в Сибири. – 2010 г. – № 7. – С. 2.

158. Томографический центр: будни и перспективы / Ю. Плотников // Наука в Сибири. – 2005. – № 6. – С. 4–5.

159. Цветков Ю. Один из первых // Наука в Сибири. – 1994. – № 5-6. – С. 2.

Материалы устной истории

160. Беседа с академиком М. Б. Штарком, руководителем научной школы биоуправления, главным научным сотрудником ФГБНУ «Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики» (НИИМББ) // Личный архив автора. Новосибирск, 2014.

161. Беседа с академиком М. И. Эповым, заместителем Председателя СО РАН, директором Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2015.

162. Беседа с академиком Р. З. Сагдеевым, заместителем Председателя СО РАН, директором Международного томографического центра (МТЦ) СО РАН, руководителем научной школы «Спектроскопия ядерного магнитного резонанса сложных парамагнитных систем» // Личный архив автора. Новосибирск, 2012 г.

163. Беседа с академиком Ю. Н. Молиным, руководителем научной школы «Магнитные и спиновые эффекты в радикальных реакциях». Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

164. Беседа с доктором медицинских наук А. А. Тулуповым, заведующим лабораторией «МРТ технологии», главным научным сотрудником МТЦ СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

165. Беседа с доктором медицинских наук А. М. Коростышевой, старшим научным сотрудником Диагностического отдела МТЦ СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

166. Беседа с доктором медицинских наук А. Ю. Летяниным, заведующим Диагностическим отделом МТЦ СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

167. Беседа с доктором химических наук Г. В. Романенко, учёным секретарём, ведущим научным сотрудником МТЦ СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

168. Беседа с инженером МТЦ СО РАН А. А. Резаковым // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

169. Беседа с кандидатом геолого-минералогических наук В. Д. Ермаковым, сотрудником Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

170. Беседа с оператором МРТ Е. А. Левшаковой, сотрудником Диагностического отдела МТЦ СО РАН // Личный архив автора. Новосибирск, 2013.

171. Воспоминания О. В. Филониной // Личный архив автора, 2013.

Литература

172. Александров В. В. Исторический портрет и его функция в историческом познании / В. В. Александров // Биография как вид исторического исследования: сб. науч. тр. – Тверь, 1993. – С. 5–12.

173. Аллахвердян А. Г. Динамика научных кадров в советской и российской науке: сравнительно-историческое исследование. – М.: Изд-во «Когито-Центр», 2014. – 263 с.

174. Альтшулер Н.С., Ларионов А.Л., Кессених А.В. Очерки истории Казанской школы магнитной радиоспектроскопии // История науки и техники. – 2016. – № 2. – С. 18–46.

175. Альтшулер С. А. Электронный парамагнитный резонанс / С. А. Альтшулер, Б. М. Козырев. – М.: Физматиз, 1961. – 368 с.

176. Анисимов Н. В. Магнитно-резонансная томография: управление контрастом и междисциплинарные приложения / Н. В. Анисимов, С. С. Батова, Ю. А. Пирогов // под ред. Ю. А. Пирогова. – М.: МАКС Пресс, 2013. – 244 с. [+8 стр. вкл.].

177. Анисимов Н. В. Методы магнитно-резонансной томографии в биомедицинских исследованиях / Н. В. Анисимов, Л. В. Губский, Д. А. Куприянов, Ю. А. Пирогов // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2005. – № 4–5. – С. 73–82.

178. Артёмов Е. Т. Историография организации академической науки в Сибири // Развитие науки в Сибири. Методология. Историография. Источниковедение. – Новосибирск, 1986. – С. 111–121.

179. Артёмов Е. Т. Как принимались решения в советской системе управления (случай создания Сибирского отделения АН СССР) // Уральский исторический вестник. – 2011. – № 3. – С. 129–138.

180. Артёмов Е. Т. Научно-техническая политика в советской модели позднее-индустриальной модернизации / Е. Т. Артёмов. – М., «Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН), 2006. – 256 с.

181. Артёмов Е. Т. Сибирское отделение АН СССР: принципы и этапы организации и деятельности / Артёмов Е. Т., Соскин В. Л. // Вопросы истории естествознания и техники. – 1982. – № 4. – С. 40–53.

182. Артёмов Е. Т. Формирование и развитие сети научных учреждений АН СССР в Сибири. 1944-1980 гг. / Е. Т. Артёмов. – Новосибирск: Наука, 1990. – 189 с.

183. Артёмов Е. Т. Экспансия науки в Сибирь: политологический аспект / Е. Т. Артёмов, Е. Г. Водичев // Актуальные проблемы истории советской Сибири. – Новосибирск, 1990. – С. 202–220.

184. Архангельский В. А. Магнитно-резонансная томография // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6–8 октября 1998 г.

[Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t1.htm> (дата обращения 22.11.2016).

185. Афанасьева А. Э. История медицины как междисциплинарное исследовательское поле // Сб. Историческая наука сегодня: теории, методы, перспективы. Под ред. Л. П. Репиной. – М.: Либроком, 2011. – С. 419–437.

186. Багрянский В. А. Квантовые биения в радикальных парах / В. А. Багрянский, В. И. Боровков, Ю. Н. Молин // Успехи химии. – 2007. – Т. 76, № 6. – С. 535–549.

187. Бейтс Р. Определение рН. Теория и практика. – 2-е изд. – пер. с англ. / под ред. академика Б. П. Никольского и профессора М. М. Шульца. – Л.: Химия, 1972. – 400 с.

188. Беленков Ю. Н. Определение размеров сердца экспериментальных животных с помощью томографии, основанной на принципе ядерного магнитного резонанса / Ю. Н. Беленков, Н. И. Афонская, Т. С. Пустовитова и др. // Кардиология. – 1984. – XXIV. – № 6. – С. 11–15.

189. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: Опыт социального прогнозирования / Д. Белл. – М., 1999. – 956 с.

190. Биографический метод в социологии: история, методология, практика / ред. колл.: В. В. Семенова, Е. Ю. Мещеркина. – М.: Институт социологии РАН, 1994. – 147 с.

191. Блинов Н. Н. Медицинская рентгентехника на пороге XXI века / Н. Н. Блинов, А. И. Мазуров // Мед. техника. – 1999. – № 5. – С. 3–6.

192. Блинов Н. Н. Современная роль рентгеновской техники в медицинской интроскопии / Н. Н. Блинов, А. И. Мазуров // Мед. техника. – 1998. – № 6. – С. 3–5.

193. Блинов Н. Н. Технологическая база лучевой диагностики / Н. Н. Блинов, Э. Г. Чикирдин // Вестн. рентгенологии и радиологии. – 1998. – № 5. – С. 58–59.

194. Блюменфельд Л. А. Применение электронного парамагнитного резонанса в химии / Л. А. Блюменфельд, В. В. Воеводский, А. Г. Семенов. – Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния АН СССР, 1962. – 240 с.

195. Босин В. Ю. Состояние и перспективы развития лучевых методов исследования в педиатрии // Радиология — практика. – 2000. – № 1. – С. 32–35.

196. Будущее отечественной магнитно-резонансной томографии / Е. М. Бурцев, Л. А. Бокерия, В. А. Бухарин, А. П. Фраерман, Ю. Е. Нестерихин // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 окт. 1998 г. – [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/1998/s2t18.htm> 1 (дата обращения 17.05.2016).

197. Бучаченко А. Л. Новая область химии – молекулярные ферромагнетики / А. Л. Бучаченко, Р. З. Сагдеев // Вестн. РАН. – 2002. – Т. 72, № 11. – С. 1032–1034.

198. Бучаченко А. Л. Органические и молекулярные ферромагнетики: достижения и проблемы // Успехи химии. – 1990. – Т. 59. – С. 529–550.

199. Бучаченко А. Л. От химической экзотики – к молекулярным магнетикам и спиновому компьютерингу // Вестник Уро РАН. – 2009. – № 1. – С. 41–44.

200. Ведущие научные школы России / Совет по грантам Президента РФ для поддержки научн. исследований молодых рос. учёных – докторов наук и гос. поддержке ведущих научных школ Рос. Фед. – М.: Янус-К, 1998. – Вып. 1. – 624 с.

201. Викторов В. А. Состояние и перспективы развития и производства отечественной медицинской техники // III Всероссийский форум “Медтехника`04” 20–21 апр. 2004 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.farosplus.ru/index.htm?mtmi/mt_21/sost_perspekt_mt.htm (дата обращения 01.12.15).

202. Викторов В. А. Состояние и перспективы развития разработок и промышленного освоения медицинских приборов и аппаратов в России / ЗАО “ВНИИМП-ВИТА” (НИИ медицинского приборостроения) РАМН, г. Москва // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 окт. 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: https://mks.ru/library/text/biomedpribor/98/p_t1.htm (дата обращения 22.11.2016).

203. Водичев Е. Г. Наука на востоке СССР в условиях индустриализационной парадигмы / Е. Г. Водичев; отв. ред. С. А. Красильников. – Новосибирск: НП «Академическое изд-во «Гео», 2012. – 348 с.

204. Водичев Е. Г. Новосибирский академгородок и региональные центры СО РАН в контексте академических стратегий и практик (конец 1950-х – начало 2000-х гг.) : (учеб. пособие) / Е. Г. Водичев. – Новосибирский государственный университет. – Новосибирск, 2008. – 184 с.

205. Водичев Е. Г. Путь на Восток: формирование и развитие научного потенциала Сибири (середина 50-х—60-е гг.) / Е. Г. Водичев. – Новосибирск: изд-во «Экор», 1994. – 203 с.

206. Водичев Е. Г. Развитие академической науки в Сибири: историографический очерк / Е. Г. Водичев, Ю. И. Узбекова // Сб. науч. тр.: Советская региональная культурная политика: проблемы изучения. – Новосибирск: Сова, 2004. – 240 с. – С. 117–169.

207. Водичев Е. Г. Стратегия развития науки и региональные проекции научно-технической политики СССР во второй половине XX в. // Сб. Советская культурная политика и практика её реализации в Сибирском регионе: очерки истории. – Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 215 с. – С. 91–149.

208. Водичев Е. Г. Формирование и развитие международных связей академической науки в Сибири // Сб. Экономическое и социокультурное взаимодействие. – Новосибирск, 1990. – С. 155–156.

209. Водичев Е. Г. Формирование региональных структур управления наукой в условиях совнархозовских реформ (на примере Сибири) // Местное самоуправление и стратегия устойчивого развития крупного города: материалы междунар. науч.-практ. конф., 27–29 янв. 2004 г., Новосибирск. – Новосибирск: НИИРУ, 2004. – 559 с. – С. 498–504.

210. Воеводский В. В. Исследование спектров электронного парамагнитного резонанса (э.п.р.) отрицательных ионов некоторых ароматических и гетероциклических соединений / В. В. Воеводский, С. П. Солодовников, В. М. Чибрикин // Докл. Акад. наук СССР. – 1959. – Т. 129, № 5. – С. 1082–1084.

211. Габуда С. П. Внутренняя подвижность в твердом теле / С. П. Габуда, А. Г. Лундин. – Новосибирск: Наука, 1986. – 176 с.
212. Гейтс Б. Дорога в будущее / Б. Гейтс. – М., 1998. – 286 с.
213. Гриффит Б. Ч. Сети неформальных коммуникаций среди продуктивных учёных / Б. Ч. Гриффит, А. Дж. Миллер // Коммуникация в современной науке. – М., 1978. – 438 с. – С. 155–182.
214. Гузевич Д. Ю. Научная школа как форма деятельности / Д. Ю. Гузевич // Вопросы истории естествознания и техники. – 2003. – № 1. – С. 64–93.
215. Девид Аллен Использование ядерно-магнитного резонанса при исследовании скважин / Дэвид Аллен, Стив Крэри, Боб Фридман и др. // Нефтегазовое обозрение. – 2001. [Электронный ресурс] URL: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/russia01/aut01/p04_25.pdf (дата обращения 17.11.2015).
216. Детектирование ЭПР триплетных молекул в газе по тушению флуоресценции при СВЧ-накачке / В. И. Макаров, Ю. Н. Молин, С. А. Кочубей, В. Н. Ищенко // Докл. Рос. акад. наук. – 1997. – Т. 352, № 6. – С. 768–770.
217. Джафаров И. С. Применение метода ядерного магнитного резонанса для характеристики состава и распределения пластовых флюидов // И. С. Джафаров, П. Е. Сынгаевский, С. Ф. Хафизов. – М.: Химия, 2002. – 439 с.
218. Джордж Р. Коатес Каротаж ЯМР. Принципы и применение / Джордж Р. Коатес, Ли Чи Хиао и Манфред Д. Праммер. – Халлибуртон Энерджи Сервисес Н02308, 2001. – 342 с. – Введение.
219. Динамическое картирование головного мозга и когнитивное управление виртуальным игровым сюжетом (исследование методами функциональной магнитно-резонансной томографии) / М. В. Резакова, К. Г. Мажирина, М. А. Покровский, А. А. Савелов, О. А. Савелова, М. Б. Штарк // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2012. – Т. 154, № 12. – С. 669–673.
220. Добрецов Н. Л. Академия наук и Сибирь // Науковедение. – 1999. – № 3. – С. 77–115.

221. Добрецов Н. Л. Научные школы Академии наук / Н. Л. Добрецов, В. И. Молодин // доклад на раб. совещании «Как сохранить интеллектуальный потенциал России» (в изложении). – Наука в Сибири. – 2002. – № 48-49. – С. 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?6+229+1> (дата обращения 17.02.2014).

222. Добрецов Н. Л. Научные школы Академии наук как инструмент сохранения и пополнения научного потенциала: (на примере СО РАН) / Н. Л. Добрецов, В. А. Молодин, В. Д. Ермиков, Н. А. Притвиц // Науковедение. – 2003. – № 1. – С. 71–86.

223. Добрецов Н. Л. О деятельности Сибирского отделения РАН в 1997 году // доклад на годичном Общем собрании СО РАН 12 марта 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/hbc.phtml?10+174+1> (дата обращения 25.06.2014).

224. Ермиков В. Д. Международные научные центры в Сибири // Науковедение. – 2001. – № 3. – С. 40–47.

225. Замараев К. И. Спиновый обмен: теория и физико-химические приложения / К. И. Замараев, Ю. Н. Молин, К. М. Салихов. – Новосибирск, 1977. – 320 с.

226. Зорич В. А. Математический анализ / В. А. Зорич. – М.: Физматлит, 1984. – 544 с.

227. Зуев В. Е. История создания и развития академической науки в Томске / В. Е. Зуев. – Новосибирск, 1999. – 77 с.

228. Извозчиков В. А. Научные школы и стиль научного мышления: учеб. метод. пособие / В. А. Извозчиков, М. Н. Потёмкин; Рос. госуд. пед. ун-т им. А. И. Герцена; под ред. Г. А. Бордовского. – СПб.: Образование, 1997. – 140 с.

229. Изучение традиций и научных школ в истории советской психологии / под ред. А. Н. Ждана. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 168 с.

230. Иноземцев В. Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы / В. Л. Иноземцев. – М., 2000. – 302с.

231. Институт химической кинетики и горения. Российская академия наук. Сибирское отделение. – Новосибирск, 1999. – С. 4–7.

232. Камалов И. И. // по материалам Международной конференции "Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография в многопрофильной клинике" (11–12 нояб. 1997 г., Москва) // Казан. мед. журн. – 1998. – Т. 79, № 3. – С. 235–237.

233. Кашаев Р. С. Развитие науки и образования на основе междисциплинарного подхода к применению метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 2. – С. 82–87. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=15933> (дата обращения 15.07.2014).

234. Кессених А. В. Международная школа по магнитному резонансу (совещания и конференции) / А. В. Кессених, Р. З. Сагдеев, Г. В. Скроцкий // Успехи физических наук. – 1989. – Т. 157, вып.2. – С. 361–364.

235. Кессених А. В. Открытие, исследования и применения магнитного резонанса // УФН. – 2009. – Т. 179, № 7. – С. 737–764.

236. Киренский Л. В. Ферромагнетизм и его применение / Л. В. Киренский. – М.: Учпедгиз, 1957. – 104 с.

237. Кластер-2012. Сб. тезисов докладов VII Всероссийской конференции по химии полиядерных соединений и кластеров. – ИНХ СО РАН, 2012. – 344 с.

238. Коммуникация в современной науке / сб. переводов; пер.с англ. М. К. Петрова и Б. Г. Юдина; сост., общ. ред. и вступ. статья Э. М. Мирского и В. Н. Садовского. – М.: «Прогресс», 1976. – 440 с.

239. Коптюг В. А. Наука спасет человечество / В. А. Коптюг. – Новосибирск, 1997. – С. 46–50.

240. Коптюг В. А. Научное сотрудничество российской академической науки с организациями западных стран // Сб. Российская академия наук. Сибирское отделение: Стратегия лидеров. Сост. В. Д. Ермиков, Н. А. Притвиц, О. В. Подойницына. – Новосибирск: Наука, 2007. – С. 336–343.

241. Коптюг В. А. О дальнейшем развитии Сибирского отделения АН СССР: выступление на заседании Совета Министров СССР, март 1990 г. // Сб. Стратегия лидеров. – Новосибирск, 2007. – С. 307–314.
242. Коптюг И. В. Применение метода ЯМР-томографии для исследования процессов транспорта вещества и химических превращений / И. В. Коптюг, А. А. Лысова, А. В. Матвеев, Р. З. Сагдеев, В. Н. Пармон // Катал. Пром. – 2004. – Спец. Вып. – С. 60–67.
243. Корниенко В. Н. Диагностическая неврология / В. Н. Корниенко, И. Н. Пронин. – Москва, 2006. – 1326 с.
244. Коростышевская А. М. Возможности магнитно-резонансной томографии в наблюдении за носителями BRCA мутаций и диагностики рака молочной железы / А. М. Коростышевская, С. П. Коваленко, Л. Ф. Гуляева // Сибирский онкологический журнал. – 2011. – Т. 45, № 3. – С. 56–63.
245. Коростышевская А. М. Диагностические возможности магнитно-резонансной спектроскопии (обзор перспективных направлений) // Медицинская визуализация. – 2007. – № 3. – С. 130–143.
246. Коростышевская А. М. Диагностические возможности магнитно-резонансной спектроскопии (обзор перспективных направлений) // Вестник НГУ. – 2004. – Т. 2, вып. 1. – С. 57–69.
247. Коростышевская А. М. МРТ плода: новое слово в пренатальной диагностике. [Электронный ресурс]. URL: <http://mrt.tomo.nsc.ru/articles/view/1216> (дата обращения 08.04.2014).
248. Коростышевская А. М. Роль магнитно-резонансной томографии плода в диагностике врожденных пороков развития / А. М. Коростышевская, А. А. Савелов // Бюллетень сибирской медицины. – 2012. – № 5. – С. 128–131.
249. Крайнева И. А. Генезис дисциплины в поле науки: вычислительное дело – программирование – информатика // Вестн. Том. гос. ун-та. 2017. № 421. – С. 118–128.
250. Кузнецов И. С. Новосибирский научный центр: Хроника становления / И. С. Кузнецов. – Новосибирск, 2007. – 262 с.

251. Кузнецов И. С. Рождение Академгородка. 1957-1964. Документальная летопись: учеб. пособие по спецкурсу / И. С. Кузнецов. – Новосибир. гос. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 198 с.
252. Кузнецов И. С. У истоков Академгородка: строительство города науки в Сибири (1957-1964) / И. С. Кузнецов. – Новосибирск, 2007. – 167 с.
253. Кузнецова В. Ф. Научные школы [Текст]: Философская энциклопедия [Электронный ресурс] / под ред. В. Е. Кемерова. – Электрон. дан. – «Панпринт», 1998. – URL: <https://www.psyoffice.ru/6-183-nauchnaja-shkola.htm> (дата обращения 17.09.2011).
254. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун; пер. с англ. И. З. Налетова; общ. ред. и послесл. С. Р. Микулинского, Л. А. Марковой. – 2-е изд., доп. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
255. Куперштох Н. А. Академик Р. З. Сагдеев - организатор Международного томографического центра // Сб. Очерки о лидерах академической науки Сибири. – Вып. 1. – Новосибирск: Гео, 2011. – С. 111–120.
256. Куперштох Н. А. История Института химической кинетики и горения Сибирского отделения РАН // Философия науки. – 2009. – № 1. – С. 168–180.
257. Куперштох Н. А. История Международного томографического центра СО РАН // Философия науки. – 2008. – № 1. – С. 169–179.
258. Куперштох Н. А. Кадры академической науки Сибири (середина 1950-х – 1960-е годы) / Н. А. Куперштох. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 151 с.
259. Куперштох Н. А. Научные школы России и Сибири: проблемы изучения // Философия науки. – Новосибирск. – 2005. – № 2. – С. 93–106.
260. Куперштох Н. А. О некоторых тенденциях развития Томского научно-образовательного центра // Философские науки. – 2002. – № 1. – С. 81–103.
261. Куперштох Н. А. Организация Новосибирского научного центра СО АН СССР: формирование сети институтов и кадрового состава // Социокультурное развитие Сибири XVII-XX вв. Бахруш. чтения 1996 г. Межвуз. Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1998. – С. 144–152.

262. Куперштох Н. А. Очерки о лидерах академической науки Сибири. – Вып. 1. – Новосибирск: Гео, 2011. – 155 с.

263. Куперштох Н. А. Развитие научных центров Сибири (середина 1950-х – середина 1980-х гг.) // Сб. науч. тр. Традиции и новации в духовной культуре Сибири XVII-XX вв. – Новосибирск: НГУ, 2003. – С. 167–192.

264. Курбатов В. П. Использование 3d-мр-ангиографии и 3d- мр- миелографии в клиничко-диагностической практике / В. П. Курбатов, А. Ю. Летягин, А. А. Савелов А // тезисы междунар. конф. "Магнитный резонанс в медицине". – Казань, 1997. – С. 49.

265. Кусковский В. С. Возможность использования «Гидроскопа» при хозяйственно-питьевом водоснабжении за счёт подземных вод / В. С. Кусковский, О. А. Шушаков // Гидрогеология и геохимия вод складчатых областей Сибири и Дальнего Востока: сб. материалов совещания. Владивосток. 11–15 сент. 2003. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – С. 195–199.

266. Кусковский В. С. Исследование экологического состояния подземных вод с использованием «гидроскопа» / В. С. Кусковский, О. А. Шушаков, В. М. Фоменко // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: материалы науч. конф. 20–24 сент. 2005 г. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2005. – С. 363–365.

267. Кусковский В. С. ЯМР-геотомография при гидрогеологических исследованиях / В. С. Кусковский, В. О. Красавчиков, О. А. Шушаков // Материалы регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока России. – Томск: ГалаПресс, 2000. – Т. 1. – С. 310–312.

268. Лаврентьев М. А. Наука. Технический прогресс. Кадры. Сб. ст. и выступлений / М. А. Лаврентьев; отв. ред. Г. И. Марчук; сост. Н. А. Притвиц. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1980. – 290 с.

269. Лаврентьев М. М. Проблемы физической томографии / М. М. Лаврентьев, В. Р. Кирейтов, В. В. Пикалов, Н. Р. Преображенский. – Новосибирск, 1985. – 138 с.

270. Лахтин Г. А. Организация советской науки: история и современность / Г. А. Лахтин. – М., 1990. – 217 с.
271. Лебедев В. Э. Научно-техническая политика региона: опыт формирования и реализации (1956-1985) / В. Э. Лебедев. – Свердловск, 1991. – 216 с.
272. Летягин А. Ю. Магнитно-резонансная томография: возможности современной визуализационной технологии в клинической диагностике (лекция) / А. Ю. Летягин, А. А. Тулупов, А. А. Савелов, А. М. Коростышевская // Вестник НГУ. – 2004. – Т. 2, вып. 3. – С. 63–86.
273. Лукьянёнков П. И. Исторические аспекты магнитно-резонансной томографии в России // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2016. – № 2. – С. 59–67.
274. Лундин А. Г. Ядерный магнитный резонанс: основы и применения / А. Г. Лундин, Э. И. Федин. – Новосибирск: Наука, 1980. – 192 с.
275. Лундин А. Г. ЯМР-спектроскопия / А. Г. Лундин, Э. И. Федин. – М.: Наука, 1986. – 222 с.
276. Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях / А. Л. Бучаченко, Ю. Н. Молин, Р. З. Сагдеев, К. М. Салихов, Е. Л. Франкевич // Успехи физических наук. – 1987. – Т. 151, № 1. – С. 173–174.
277. Магнитно-структурные корреляции в слоисто-полимерных молекулярных ферромагнетиках на основе комплексов Ni(II) и Co(II) с 3-имидазолиновым нитроксильным радикалом и метанолом, содержащих различные заместители в металлоцикле / В. Н. Икорский, Г. В. Романенко, М. К. Сыгурова, В. И. Овчаренко, Ф. Ланфранк де Понту, П. Рэ, В. А. Резников, А. В. Подоплелов, Р. З. Сагдеев // Журнал структурной химии. – 1994. – Т. 35, № 4. – С. 76–90.
278. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях / А. Л. Бучаченко, Р. З. Сагдеев, К. М. Салихов; под ред. Ю. Н. Молина – Новосибирск: Наука, 1978. – 296 с.

279. Магнитные эффекты и изотопные эффекты нового типа в химических реакциях / Р. З. Сагдеев, Т. В. Лешина, К. М. Салихов, Ю. Н. Молин // отв. ред. Г. К. Боресков. Фундаментальные исследования. Химические науки: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 72–77.

280. Макагон А. В. МРТ плода: новое слово в пренатальной диагностике / А. В. Макагон, А. М. Коростышевская // Медицинская визуализация. – 2009. – № 1. – С. 132–140.

281. Маллинз Н. Модель развития теоретических групп в социологии // Сб. Научная деятельность, структуры и институты. – М., «Прогресс», 1980. – С. 257–282.

282. Международный томографический центр: фундаментальная наука — предпринимательство — медицина / доклад Р. З. Сагдеева [Электронный ресурс] // Материалы Всерос. сем. «Российская наука: состояние и проблемы развития». – Электрон. дан. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1996. – 170 с.. URL: <http://www.sbras.ru/win/conferen/rus-sci/dokl/sagdeev.html> (дата обращения 21.02.2014).

283. Мирская Е. З. Научные школы как формы организации науки. Социологический анализ проблемы // Науковедение. – 2002. – № 3. – С. 8–24.

284. Мирский Э. М. Научная политика XXI века: тенденции, ориентиры и механизмы / Э. М. Мирский, Л. М. Барботько, В. В. Борисов // Науковедение. – 2003. – № 1. – С. 8–26.

285. Михель Д. В. Социальная история медицины: становление и проблематика // Журнал исследований социальной политики. – 2009. – Т. 7, № 3. – С. 295–312.

286. Многоядерная магнитно-резонансная томография — многофункциональный инструментарий для исследования свойств материалов, процессов транспорта и каталитических реакций / И. В. Коптюг, А. А. Лысова, К. В. Ковтунов, В. В. Живонитко, А. В. Хомичев, Р. З. Сагдеев // Успехи химии. – 2007. – Т. 76, вып. 6. – С. 628–645.

287. Молин Ю. Н. Магнитные и спиновые эффекты в реакциях ион-радикальных пар: спиновая когерентность, механизмы превращений, новые методы исследования [Электронный ресурс] / Статья о научной школе; рук-ль НШ – Молин Ю. Н. – Новосибирск, 2004. – URL: <http://www.kinetics.nsc.ru/museum/molinsc.html> (дата обращения 19.11.2016).

288. Молин Ю. Н. О роли физики в химических исследованиях // Методологические и философские проблемы химии : сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 218–224.

289. Морданов Р. Специализированные медицинские выставки-98 // *Remedium*. – 1998. – № 11. – С. 40–41.

290. Налбандян А. Б. Механизм окисления и горения водорода / А. Б. Налбандян, В. В. Воеводский. – Акад. наук СССР, Ин-т хим. физики. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 180 с.

291. Наука в экономической структуре народного хозяйства / Б. Г. Салтыков, И. В. Ломакин, Б. В. Кузнецов и др. – М.: «Наука», 1990. – 192 с.

292. Научная деятельность, структуры и институты. – М., «Прогресс», 1980. – 432 с.

293. Научно-образовательный потенциал Сибири в первой половине XX в.: динамика и механизмы развития / отв. ред. С. А. Красильников; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 2009. – 250 с.

294. Нейровизуализация динамики реального и имитационного биоуправления в контуре функциональной магнитно-резонансной томографии / М. В. Резакова, А. А. Савелов, О. А. Савелова, М. Б. Штарк // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2012. – Т. 154, № 12. – С. 664–668.

295. Новосибирский государственный университет и Сибирское отделение Российской академии наук в программе "Интеграция" / Н. Л. Добрецов, Н. С. Диканский, В. И. Молодин и др. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2001. – 182 с.

296. Новосибирский университет: Опыт интеграции образования и науки: сборник / Новосибирский государственный университет; редкол. : И. А. Мошетотов (отв. ред.) и др. – Новосибирск: НГУ, 1991. – 172 с.

297. Новые научные направления и общество / Акад. наук СССР, Институт истории естествозн. и техн., Сов. нац. объединение истории и философии естествозн. и техн.; отв. ред. С. А. Кугель. – М.-Л., 1983. – 236 с.

298. Овчаренко В. И. Имидазол-4-ильные 2-имидазолиновые нитроксильные радикалы - новый класс перспективных контрастных средств для магнитно-резонансной томографии / В. И. Овчаренко, Е. Ю. Фурсова, Т. Г. Толстикова, К. Н. Сорокина, А. Ю. Летягин, А. А. Савелов // Доклады Академии наук. – 2005. – Т. 404. – С. 198–200.

299. Овчаренко В. И. Молекулярные ферромагнетики / В. И. Овчаренко, Р. З. Сагдеев // Успехи химии. – 1999. – Т. 68, № 5. – С. 381–400.

300. Осколок К. В. Проблемы подготовки специалистов-химиков в университетах СССР во второй половине XX в. // Теория и практика общественного развития. – Краснодар. Издательский дом «Хорс», 2013. – № 7. – С. 107-113.

301. Основы науковедения / Акад. наук СССР, Ин-т ист. Естествозн. и техн.; под. ред. С. Р. Микулинского и др. – М.: Наука, 1985. – 432 с.

302. Поппер К.Р. Нормальная наука и опасности, связанные с ней // Философия науки. Вып. 3. Проблемы анализа знания. М.: ИФ РАН, 1997. – С. 49– 57.

303. Рабинович С. С. МР-томография заболеваний и повреждений позвоночника и спинного мозга / С. С. Рабинович, Н. А. Малкова, М. Г. Якобсон. Методическое пособие для врачей. – Новосибирск, 1994. – 37 с.

304. Развитие физики в России. Очерки : в 2-х т. / под ред. А. С. Предводителя, Б. И. Спасского. – М. Просвещение, 1970. – 447 с. – 415 с.

305. Рой О. М. Исследования социально-экономических и политических процессов: учебник для вузов / О М. Рой. – СПб.: Питер, 2004. – 364 с.

306. Российская академия наук. Сибирское отделение: Исторический очерк / Е. Г. Водичев, С. А. Красильников, В. А. Ламин и др.; отв. ред. Н. Л. Добрецов, В. А. Ламин; Институт истории СО РАН. – Новосибирск: Наука, 2007. – 510 с.

307. Российская академия наук. Сибирское отделение: Стратегия лидеров / сост. В. Д. Ермиков, Н. А. Притвиц, О. В. Подойницына; отв. ред. В. И. Молодин. – Новосибирск: Наука, 2007. – 542 с.

308. Россия на рубеже веков: выбор пути. Отечественная наука как фактор национальной безопасности / Е. Г. Водичев; доклад на теоретико-методологическом семинаре // Стенограмма семинара. – Вып. 2. – Екатеринбург: Издательство «Академкнига», 1999. – 44 с. – С. 11–13.

309. Савелов А. А. Альтернативные методы сканирования и реконструкции изображений в МР-томографии / А. А. Савелов, И. В. Мастихин // Лучевая диагностика, лучевая терапия. – Киев, 1999. – Вып. 7. – С. 234–236.

310. Савелова О. А. История развития метода магнитно-резонансной томографии в СО АН СССР/СО РАН // Материалы IV Молодежной научной школы «Магнитный резонанс и магнитные явления в химической и биологической физике» (IV International School for Young Scientists "Magnetic Resonance and Magnetic Phenomena in Chemical and Biological Physics", Новосибирск, 4–8 сент. 2016 г.). – Новосибирск, ООО «Академиздат». – 178 с. – С. 21.

311. Савелова О. А. История развития метода магнитно-резонансной томографии в Сибирском отделении АН СССР/РАН // Материалы X Международной научно-практической конференции «История техники и музейное дело» (Москва, 6–8 дек. 2016 г.). – Москва, 2017. – С. 126–130.

312. Савелова О. А. История ЯМР-исследований в СО АН СССР/СО РАН во второй половине XX века // Материалы международной научной конференции «Азиатская Россия: проблемы социально-экономического, демографического и культурного развития (XVII–XXI вв.)». Новосибирск, 28–29 нояб. 2016 г. – Институт истории СО РАН, 2016. – 514 с. – С. 319–326.

313. Савелова О. А. МРТ-исследования в Новосибирском научном центре: исторический аспект // История науки и техники. 2017. № 6. С. 115–122.

314. Савелова О. А. Организация подготовки специалистов-физхимиков в высшей школе на примере деятельности Новосибирского государственного университета во второй половине XX в. // Вестн. Том. гос. ун-та. 2016. – № 410. – С. 123–130.

315. Савелова О.А. Развитие технологии функциональной МРТ в начале XXI века на примере Международного томографического центра СО РАН // Вестн. Том. гос. ун-та. 2017. № 421. С. 156–162.

316. Сагдеев Р. З. Влияние магнитного поля на процессы с участием радикалов и триплетных молекул в растворах / Р. З. Сагдеев, К. М. Салихов, Ю. Н. Молин // Успехи химии. – 1977. – Т. 46, вып. 4. – С. 569–601.

317. Салихов К. М. Спиновый обмен. Принципы и применения в химии и биологии. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.

318. Саямон Л. С. Бифункциональность науки и некоторые проблемы научных школ // Сб. Школы в науке. – Москва, изд-во «Наука». 1977. – С. 181–186.

319. Семенов Н. Н. Перспективные направления исследования элементарных химических процессов (Памяти академика Владислава Владиславовича Воеводского) / Н. Н. Семенов, В. Н. Кондратьев, Н. М. Эмануэль // Воеводский В. В. Физика и химия элементарных химических процессов. – М.: Наука, 1969. – С. 5–9.

320. Сеницын В. Е. Магнитно-резонансная томография в новом столетии / В. Е. Сеницын, С. К. Терновой // Радиология и практика. – 2005. – № 4. – С. 17–22.

321. Советская культурная политика и практика её реализации в Сибирском регионе: очерки истории. / В. Л. Соскин, С. А. Красильников, Е. Г. Водичев, Л. И. Пыстина, С. Н. Ушакова. – Новосиб. Гос. Ун-т. Новосибирск, 2006. – 215 с.

322. Советская региональная культурная политика: проблемы изучения. – Новосибирск: Сова, 2004. – 240 с.

323. Социально-психологические проблемы науки: ученый и научный коллектив / под ред. М. Г. Ярошевского. – М.: Наука, 1973. – 252 с.

324. Сынгаевский П. Е. Метод ЯМР для характеристики состава и распределения пластовых флюидов / Хьюстон: Халлибуртон Энерджи Сервисез, 942. – 2001. – Введение.

325. Таунс Ч., Радиоспектроскопия : пер. с англ. / Ч. Таунс, А. Шавлов. – М., 1959. – 756 с.

326. Терновой С. К. Итоги и перспективы развития новых методов диагностики в России / С. К. Терновой, В. Е. Сеницын // Междунар. конф. по биомедицинскому приборостроению БИОМЕДПРИБОР – 98, Москва, ВНИИ медицинского приборостроения РАМН 6 - 8 окт. 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://mks.ru/library/conf/biomedpribor/2000/plen02.html> (дата обращения 17.05.2016).

327. Терновой С. К. Клиническое применение магнитно-резонансной томографии / С. К. Терновой, В. Е. Сеницын, О. И. Беличенко, О. В. Стукалова // Русский Медицинский Журнал. – 1996. – № 7. – С. 1.

328. Терновой С. К. Развитие компьютерной томографии и прогресс лучевой диагностики / С. К. Терновой, В. Е. Сеницын // Радиология и практика. – 2005. – № 4. – С. 23–29.

329. Тоффлер Э. Третья волна / Э. Тоффлер. – М. 2004. – 261 с.

330. Трофимук А. А. Программа «Сибирь»: задачи и стратегия // РАН Сибирское отделение: Стратегия лидеров. – Новосибирск, Наука, 2007. – С. 233– 245.

331. Устюжанина Е. В. Научная школа как структурная единица научной деятельности. / Е. В. Устюжанина, С. Г. Евсюков, А. Г. Петров, Р. В. Казанкин, М. Б. Дмитриева. – Препринт. – М.: ЦЭМИ РАН. 2011. – 73 с.

332. Физические особенности акустической сушки древесины / В. Н. Глазнев, И. В. Коптюг, Ю. Г. Коробейников // Инженерно-физический журнал. – 1999. – Т. 72. – С. 437–439.

333. Функциональная магнитно-резонансная томография в исследовании динамического картирования головного мозга и когнитивного управления виртуальным игровым сюжетом / М. В. Резакова, К. Г. Мажирина,

М. А. Покровский, А. А. Савелов, О. А. Савелова, М. Б. Штарк // Бюллетень сибирской медицины. – 2012. – Т. 11, № 5 (приложение). – С. 105–107.

334. Функциональная магнитно-резонансная томография и нейронауки / М. Б. Штарк, А. М. Коростышевская, М. В. Резакова, А. А. Савелов // Успехи физиологических наук. – 2012. – Т. 43, № 1. – С. 3–29.

335. Холтон Дж. Тематический анализ науки / Пер. с англ. А.Л. Великович, В.С. Кирсанов, А.Е. Левин. – М.: Прогресс, 1981. – 384 с.

336. Черняк В. С. История, логика, наука / В. С. Черняк. – М., Наука. 1986. – 372 с.

337. Шалимов С. В. Проблемы социальной истории отечественной генетики в "позднесоветский" период (1970-е - первая половина 1980-х гг.) (на материалах Новосибирского научного центра) // Вопросы истории естествознания и техники. – 2015. – Т. 36, № 4. – С. 665–697.

338. Шалимов С. В. «Спасение и возрождение»: Исторический очерк развития генетики в Новосибирском научном центре в годы «оттепели» (1957–1964) / С. В. Шалимов. – Новосибирск, 2011. – 240 с.

339. Шеперд Г. Нейробиология : в 2-х т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 368 с.

340. Школы в науке / Акад. наук СССР, Ин-т истории естествозн. и техн., Акад. наук ГДР, Ин-т теории, истории и организации науки; под ред. С. Р. Микулинского, М. Г. Ярошевского, Г. Крёбера, Г. Штейнера. – М.: Наука, 1977. – 524 с.

341. Шпигель-Резинг И. Стратегия дисциплины по поддержанию своего статуса / Сб. Научная деятельность, структура и институты; под ред. Э. М. Мирского, Б. Г. Юдина. – М., 1980 г. – С. 113–114.

342. Штарк М. Б. Как увидеть мысли. Неортодоксальные приложения магнитно-резонансной томографии / М. Б. Штарк, А. А. Савелов, М. В. Резакова, К. Г. Мажирина // Наука из первых рук. Спецвыпуск: Новые технологии в медицине. – 2013. – С. 56–67.

343. Экономические и социокультурные взаимодействия в Урало-Сибирском регионе / Н. Н. Аблажей [и др.]. – Новосибирск: СибАГС, 2004. – 228 с.

344. Эпоха Коптюга / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние; сост.: В. Д. Ермаков, Н. А. Притвиц; отв. ред. Н. Л. Добрецов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 589 с.
345. Ярошевский М. Г. Логика развития науки и научная школа / Сб. Школы в науке. – М., 1977. – С. 7–97.
346. An Excursion into the History of Magnetic Resonance Imaging. 20-03 Early Applications in Medicine and Biology. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.magnetic-resonance.org/ch/20-03.html> (дата обращения 23.01.2013).
347. Andrew E. R. A historical review of NMR and its clinical applications. In: Steiner RE, Radda GK. Nuclear magnetic resonance and its clinical applications. Brit. Med. Bull 1984; 40: 115–119.
348. Anisimov O. A. Optical detection of ESR absorption of short-lived ion-radical pairs produced in solution by ionizing-radiation / O. A. Anisimov, V. M. Grigoryants, V. K. Molchanov, Y. N. Molin // Chemical Physics Letters. 1979. – 66: 265–268.
349. Anisimov O. A. The induction of quantum beats by hyperfine interactions in radical-ion pair recombination / O. A. Anisimov, V. L. Bizyaev, N. N. Lukzen, V. M. Grigoryants, Y. N. Molin // Chemical Physics Letters. – 1983. – 101: 131–135.
350. Bandettini P. A. Twenty years of functional MRI: The science and the stories // Neuroimage. – 2012. – 62: 575–588.
351. Coates G. R. NMR Logging, Principles&applications // G. R. Coates, M. G. Prammer, L. Xiao. – Houston: Hulliburton Energy Services Publishing. – 2001. – 342 p.
352. Coherent spin control of radiation-generated radical ion pairs in liquid alkanes / D. V. Stass, S. V. Anishchik, V. N. Verkhovlyuk // In: Selectivity, Control, and Fine Tuning in High-Energy Chemistry. – 2011. Editors: Dmitri V. Stass and Vladimir I. Feldman, Research Signpost. – p. 143–189.
353. Damadian R. Tumor detection by nuclear magnetic resonance // Science. – 1971. – 171: 1151–1153.

354. Dynamic mapping of brain and cognitive control of virtual gameplay (study by functional magnetic resonance imaging) / M. V. Rezakova, A. A. Savelov, O. A. Savelova, M. B. Shtark, K. G. Mazhirina, M. A. Pokrovskiy // *Bull. of Experim. Biology and Medicine*. – 2013. – 154: 706–10.
355. Grant D. M., Harris R. K. *Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance*. – Vol. 1 - Historical perspectives. – Chichester, New York: John Wiley and Sons. 1996. – 826 p.
356. Gunther H. *NMR-Spektroskopie* / H. Gunther. – Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1973. – 357 p.
357. Heidi Johansen-Berg The future of functionally-related structural change assessment // *Neuroimage*. – 2012. – 62: P. 1293–1298.
358. Huettel, S.A.; Song, A.W.; McCarthy, G. *Functional Magnetic Resonance Imaging*. – Massachusetts. Sinauer, 2009. – P. 208–214.
359. Jackson J.A., Langham W.H. Whole-body NMR spectrometer. – *Rev. Sci. Instrum.* 1968; – 510–513.
360. Jardetzky O.A study of interactions of aqueous sodium ion by nuclear spin resonance. – Ph.D. thesis. – Univ. of Minnesota. 1956.
361. Karogodina T. Y. Kinetic magnetic-field effect involving the small biologically relevant inorganic radicals NO and O₂·- / T. Y. Karogodina, I. G. Dranov, S. V. Sergeeva, D. V. Stass, U. E. Steiner // *Chemphyschem: a European journal of chemical physics and physical chemistry*. – 2011. – 12(9): 1714–1728.
362. Koptug I. V. *Drying of Porous Catalyst Support Bodies: a Penetrating Look* / I. V. Koptug, R. Z. Sagdeev, V. N. Parmon, L. Yu. Khitrina // *Book of Abstracts of 4th International Conference on Magnetic Resonance Microscopy and Macroscopy*. – Albuquerque, New Mexico, USA, September 21-25, 1997. – P. 57.
363. Kowalsky A. *Nuclear Magnetic Resonance Studies of Proteins* // *The journal of biological chemistry*. – 1962. – №. 6. – Printed in U.S.A – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jbc.org/content/237/6/1807.full.pdf>.
364. Lauterbur P.C. Image formation by induced local interactions: examples of employing nuclear magnetic resonance // *Nature*. – 1973. – 242: 190–191.

365. Lauterbur P.C. Magnetic resonance zeugmatography. // *Pure and Applied Chemistry*. – 1974. – 40: 149–157.
366. Leeds N.E., Kieffer S.A. Evolution of diagnostic neuroradiology from 1904 to 1999 // *Radiology*. – 2000. – V. 217. – P. 309–318.
367. Ligon T. MS thesis. – Oklahoma State University. 1967. – Among others cited by Budinger T. F. and Lauterbur P. C. Nuclear magnetic resonance technology for medical studies // *Science*. – 1984. – 226: 288–298.
368. Mattson J., Simon M. The pioneers of NMR and magnetic resonance in medicine. – Jericho, NY (USA) 1996. – 575 p.
369. Neurovisualization of the dynamics of real and simulation biofeedback: functional magnetic resonance imaging study / K. G. Mazhirina, M. B. Shtark, M. V. Rezakova, A. A. Savelov, O. A. Savelova, M. A. Pokrovskiy // *Bull. of Experim. Biology and Medicine*. – 2013. – 154: 701–5.
370. Odeblad E, Lindström G. Some preliminary observations on the proton magnetic resonance in biological samples // *Acta Radiol*. – 1955. – 43: 469–476.
371. Odeblad E. Research in Obstetrics and Gynecology with Nuclear Magnetic Resonance // *Acta Obst. and Gyn. Scand*. – 1959. – Is. 4. – P. 599–617.
372. Rink P. A. в сотрудничестве с Muller R. N., Peterson S. Introduction into Magnetic Resonance in Medicine. – Stuttgart, New York, Thieme Medical Publishers Inc. 1990. – 256 p.
373. Sagdeev R. Z. Stimulated nuclear polarization - a new method for studying the mechanisms of photochemical reactions / R. Z. Sagdeev, E. G. Bagryanskaya // *Pure and Applied Chemistry*. – 1990. – V. 62. – № 8. – P. 1547–1556.
374. Stass D. V. Manifestation of quantum coherence upon recombination of radical ion pairs in weak magnetic fields. Systems with non-equivalent nuclei / D. V. Stass, N. N. Lukzen, B. M. Tadjikov, Yu. N. Molin // *Chem. Phys. Letters*. – 1995. – 233: 444–450.
375. United States Patent no. 3789832. Filed 17 March 1972, awarded 5 February 1974. Apparatus and method for detecting cancer in tissue. Inventor:

Raymond V. Damadian. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.magnetic-resonance.org/ch/24-14.html#dam71>, дата обращения 23.01.2013.

376. Vyushkova M. Optically Detected ESR and Time-Resolved Magnetic Field Effect in radiation chemistry of non-polar solutions / M. Vyushkova, P. Potashov, V. Borovkov, V. Bagryansky and Y. Molin // In: Selectivity, Control, and Fine Tuning in High-Energy Chemistry. – 2011, Editors: Dmitri V. Stass and Vladimir I. Feldman, Research Signpost. – p. 191–220.

Приложение А

Публикации сотрудников ИХКиГ СО АН СССР и МТЦ СО РАН в области магнитного резонанса (наиболее значимые)

1. Исследование свободных радикалов, образующихся в твердых телах в процессе облучения быстрыми электронами / Молин Ю. Н., Корицкий А. Т., Бубен Н. Я., Воеводский В. В. // Доклады Академии наук СССР. – 1958. – Т. 123, № 5. – С. 882–883.
2. Исследование методом электронного парамагнитного резонанса радикалов при облучении полиэтилена быстрыми электронами / Корицкий А. Т., Молин Ю. Н., Шамшаев В. Н., Бубен Н. Я., Воеводский В. В. // Высокомолекулярные соединения. – 1959. – Т. 1, № 8. – С. 1182–1193.
3. Цветков Ю. Д. Исследование спектров электронного парамагнитного резонанса некоторых облученных полимеров / Цветков Ю. Д., Молин Ю. Н., Воеводский В. В. // Высокомолекулярные соединения. – 1959. – Т. 1, № 12. – С. 1805–1811.
4. Образование радикалов при радиоллизе твердых органических веществ. I. Сопоставление выходов радикалов в различных органических соединениях / Молин Ю. Н., Чхеидзе И. И., Каплан Е. П., Бубен Н. Я., Воеводский В. В. // Кинетика и катализ. – 1962. – Т. 3, № 5. – С. 674–679.
5. Анализ смесей полифторхлорбензолов методами ЯМР- и ИК- спектроскопии / Молин Ю. Н., Петров А. К., Кулакова Г. И., Якобсон Г. Г. // Журнал аналитической химии. – 1965. – Т. 20, № 3. – С. 396–397.
6. Влияние комплексообразования на эффективность электронных обменных взаимодействий в растворах / Скубневская Г. И., Заев Е. Е., Зусман Р. И., Молин Ю. Н. // Доклады Академии наук СССР. – 1966. – Т. 170, № 2. – С. 386–389.
7. Сагдеев Р. З. Регистрация делокализации спиновой плотности с дифенилпикрилгидразила на органические молекулы / Сагдеев Р. З., Молин Ю. Н. // Журнал структурной химии. – 1966. – Т. 7, № 1. – С. 38–41.

8. Воеводский В. В. Распределение спиновой плотности в комплексных соединениях группы железа и ее влияние на скорость процессов с участием неспаренных электронов / Воеводский В. В., Молин Ю. Н., Замараев К. И. // Журнал структурной химии. – 1967. – Т. 8, № 5. – С. 864–874.

9. О соответствии закономерностей делокализации спиновой плотности из данных по ЭПР радикалов и ЯМР молекул и комплексов парамагнитных ионов / Заев Е. Е., Молин Ю. Н., Жидомиров Г. М., Воеводский В. В. // Доклады Академии наук СССР. – 1967. – Т. 173, № 6. – С. 1370–1373.

10. Беккер Ж. М. Интерпретация спектров ЯМР транспортной рибонуклеиновой кислоты / Беккер Ж. М., Молин Ю. Н. // Биофизика. – 1969. – Т. 14, № 6. – С. 1001–1004.

11. Изучение межмолекулярного взаимодействия N-циклогексил, N' -β (4- метилморфолиний) этилкарбодиимида с тРНК методом ЯМР / Беккер Ж. М., Молин Ю. Н., Гиршович А. С., Грачев М. А., Кнорре Д. Г. // Молекулярная биология. – 1969. – Т. 3, № 3. – С. 366–374.

12. Сагдеев Р. З. Сопоставление дальних сверхтонких взаимодействий в свободных радикалах и молекулах / Сагдеев Р. З., Молин Ю. Н., Жидомиров Г. М. // Журнал структурной химии. – 1970. – Т. 11, № 2. – С. 249–257.

13. Распределение спиновой плотности в комплексах ацетилацетоната никеля с изохинолином / Чувылкин Н. Д., Сагдеев Р. З., Жидомиров Г. М., Молин Ю. Н. // Теоретическая и экспериментальная химия. – 1971. – Т. 7, № 5. – С. 612–618.

14. Сверхтонкие взаимодействия с ядрами C^{13} в парамагнитных комплексных соединениях / Сагдеев Р. З., Молин Ю. Н., Дворников Э. В., Григорьев В. А., Лузина Т. А. // Журнал структурной химии. – 1971. – Т. 12, № 2. – С. 245–251.

15. Исследование методом ЯМР влияния природы лиганда и хелата на степень ковалентности связи металл-лиганд в комплексах парамагнитных металлов / Берус Е. И., Счастнев П. В., Бархаш В. А., Молин Ю. Н. // Журнал структурной химии. – 1973. – Т. 14, № 1. – С. 34–43.

16. The ESR and NMR investigation of free radical complexes with transition metals / Sagdeev R. Z., Molin Yu. N., Sadykov R. A., Volodarskii L. B., Kutikova G. A. // *Journal Magnetic Resonance*. – 1973. – V.9, № 1. – P. 13–26.

17. Влияние магнитного поля на рекомбинацию радикальных пар в реакциях арилхлорметанов с бутиллитием / Сагдеев Р. З., Лешина Т. В., Подоплелов А. В., Молин Ю. Н., Сарваров Ф. С., Салихов К. М., Гришин Ю. А. // Поляризация ядер и электронов и эффекты магнитного поля в химических реакциях: тезисы докл. всесоюз. конф., Новосибирск, 23-25 апр. 1975 г. – Новосибирск, 1975. – С. 34–35.

18. Сагдеев Р. З. Определение времен электронной релаксации комплексов переходных металлов методами ЯМР ^{13}C и ^{14}N / Сагдеев Р. З., Обычный А. А., Молин Ю. Н. // *Координационная химия*. – 1975. – Т. 1, № 7. – С. 897–900.

19. Фотохимическое разделение изотопов методом изотопных ловушек / Сагдеев Р. З., Камышан С. В., Обычный А. А., Молин Ю. Н. // *Журнал экспериментальной и теоретической физики. Письма в ред.* – 1975. – Т. 22, № 11. – С. 584–586.

20. Исследование комплексов $\text{Ni}(\text{II})$ с водой и насыщенными спиртами методом ЯМР ^1H и ^{13}C / Обычный А. А., Бельченко О. И., Счастнев П. В., Сагдеев Р. З., Душкин А. В., Молин Ю. Н., Резвухин А. И. // *Журнал структурной химии*. – 1976. – Т. 17, № 4. – С. 620–628.

21. Замараев К. И. Спиновый обмен. Теория и физико-химические приложения / Замараев К. И., Молин Ю. Н., Салихов К. М. – Новосибирск: Наука, 1977. – 317 с.

22. Магнитные эффекты и изотопные эффекты нового типа в химических реакциях / Сагдеев Р. З., Лешина Т. В., Салихов К. М., Молин Ю. Н. // *Фундаментальные исследования. Химические науки: сб. статей / отв. ред. Г.К.Боресков*. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 72–77.

23. Сагдеев Р. З. Влияние магнитного поля на процессы с участием радикалов и триплетных молекул в растворах / Сагдеев Р. З., Салихов К. М., Молин Ю. Н. // *Успехи химии*. – 1977. – Т. 46, № 4. – С. 569–601.

24. Влияние магнитного поля на скорость разложения H_2O_2 каталазой и комплексом ЭДТА с Fe^{3+} / Вайнер Л. М., Подоплелов А. В., Лешина Т. В., Сагдеев Р. З., Молин Ю. Н. // Биофизика. – 1978. – Т. 23, № 2. – С. 234–241.
25. Molin Yu. N. Effect of magnetic field on radical reactions in solution / Molin Yu. N., Sagdeev R. Z., Salikhov K. M. // Soviet Scientific Reviews. Sect. B: Chemistry Reviews. – 1979. – V. 1. – P. 1–67.
26. Volodarsky L. B. Stable imidazoline nitroxides / Volodarsky L. B., Grigor'ev I. A., Sagdeev R. Z. // Biological magnetic resonance / eds. Berliner L. J.; Reuben J. – New York; London: Plenum Press, 1980. – V. 2. – P. 169–241.
27. Novel aspects of CIDNP / Sagdeev R. Z., Molin Yu. N., Salikhov K. M., Grishin Yu. A., Dushkin A. V., Gogolev A. Z. // Bull. Magnetic Resonance. – 1981. – V. 2, № 1–4. – P. 66–72.
28. Electron exchange effect on CIDNP formation in electron transfer reactions / Kruppa A. I., Leshina T. V., Sagdeev R. Z., Salikhov K. M., Sarvarov F. S. // Chemical Physics. – 1982. – V. 67, № 1. – P. 27–33.
29. Радиочастотный зонд в химических реакциях / Сагдеев Р. З., Лешина Т. В., Поляков Н. Э., Марьясова В. И., Юрковская А. В., Обычный А. А. // Доклады Академии наук СССР. – 1983. – Т. 270, № 6. – С. 1412–1415.
30. Radiofrequency labelling of molecules in chemical reactions / Sagdeev R. Z., Leshina T. V., Polyakov N. E., Maryasova V. I., Yurkovskaya A. V., Obynochny A. A. // Chemical Physics Letters. – 1983. – V. 96, № 1. – P. 108–113.
31. Spin polarization and magnetic effects in radical reactions / Salikhov K. M., Molin Yu. N., Sagdeev R. Z., Buchachenko A. L. – Amsterdam; Oxford: Elsevier, 1984. – 419 p. (Studies in physical and theoretical chemistry; V. 22).
32. Molin Y. N. Electron-spin-resonance spectrometry of short-lived radical pairs in solutions / Molin Y. N., Anisimov O. A., Sagdeev R. Z. // Journal of Structural Chemistry. – 1987. – V. 28, № 3. – P. 333–343.
33. Sagdeev R. Z. Stimulated nuclear polarization - a new method for studying the mechanisms of photochemical reactions / Sagdeev R. Z., Bagryanskaya E. G. // Pure

and Applied Chemistry. – 1990. – V. 62, № 8. – P. 1547–1556. (Доклад на XIII IUPAC симпозиуме по фотохимии).

34. Yurkovskaya A. V. Gross-relaxation in nuclear polarization / Yurkovskaya A. V., Tsentalovich Yu. P., Sagdeev R. Z. // Chemical Physics Letters. – 1990. – V. 171, № 5–6. – P. 406–412.

35. Bagryanskaya E. G. Kinetic and mechanistic aspects of stimulated nuclear polarization / Bagryanskaya E. G., Sagdeev R. Z. // Progress in Reaction Kinetics. – 1993. – V. 18, № 2. – P. 63–123.

36. Examination of the exchange interaction through micellar size. 3. Stimulated nuclear polarization and time resolved electron spin resonance spectra from the photolysis of methyl deoxybenzoin in alkyl sulfate micelles of different sizes / Tarasov V. F., Bagryanskaya E. G., Shkrob I. A., Avdievich N. I., Ghatlia N. D., Lukzen N. N., Turro N. J., Sagdeev R. Z. // Journal of the American Chemical Society. – 1995. – V. 117, № 1. – P. 110–118.

37. Bagryanskaya E. G. Switched external magnetic field (SEMF) CIDNP – A new technique for investigation of the spin dynamics and kinetics of short-lived reaction intermediates in weak magnetic fields / Bagryanskaya E. G., Gorelik V. R., Sagdeev R. Z. // Chemical Physics Letters. – 1997. – V. 264, № 6. P. – 655–661.

38. The manifestation of degenerate electron exchange in stimulated nuclear polarization at high magnetic fields / Gorelik V. R., Morozov V. A., Lukzen N. N., Bagryanskaya E. G., Sagdeev R. Z. // Chemical Physics. – 1997. – V. 224, № 2–3. – P. 229–241.

39. Morozov V. A. Analytical solution of the problem on dipole-dipole relaxation of radical pairs within a modified microreactor model / Morozov V. A., Isakov S. V., Sagdeev R. Z. // Chemical Physics Reports. – 1997. – V. 16, № 4. – P. 559–574.

40. Molecular magnets based on nickel (II) complexes with 3-imidazoline nitroxides and alcohols / Ikorskii V. N., Ovcharenko V. I., Shvedenkov Y. G., Romanenko G. V., Fokin S. V., Sagdeev R. Z. // Inorganic Chemistry. – 1998. – V. 37, № 17. P. – 4360–4367.

41. Овчаренко В. И. Молекулярные ферромагнетики / Овчаренко В. И., Сагдеев Р. З. // Успехи химии. – 1999. – Т. 68, № 5. – С. 381–400.
42. Багрянская Е. Г. Динамическая и стимулированная поляризация ядер в фотохимических радикальных реакциях / Багрянская Е. Г., Сагдеев Р. З. // Успехи химии. – 2000. – Т. 69, № 11. – С. 1029–1031.
43. Application of integral encounter theory to account for the spin effects in radical reactions I. Δ -g and spin relaxation effects on recombination kinetics of free radicals / Gorelik E. V., Lukzen N. N., Sagdeev R. Z., Steiner U. E. // Chemical Physics. – 2000. – V. 262, № 2–3. – P. 303–323.
44. A nuclear magnetic resonance microscopy study of mass transport in porous materials / Koptuyug I. V., Sagdeev R. Z., Khitrina L. Yu., Parmon V. N. // Applied Magnetic Resonance. – 2000. – V. 18, № 1. – P. 13–28.
45. A quantitative NMR imaging study of mass transport in porous solids during drying / Koptuyug I. V., Kabanikhin S. I., Iskakov K. T., Fenelonov V. B., Khitrina L. Y., Sagdeev R. Z., Parmon V. N. // Chemical Engineering Science. – 2000. – V. 55, № 9. – P. 1559–1571.
46. Peculiarities of NMR spectra of heterospin complexes / Sagdeev R. Z., Voronov V. K., Podoplelov A. V., Ushakov I. A., Chemezov A. N., Fursova E. Y., Fokin S. V., Romanenko G. V., Reznikov V. A., Ovcharenko V. I. // Russian Chemical Bulletin. – 2001. – V. 50, № 11. – P. 2078–2086.
47. Бучаченко А. Л. Новая область химии - молекулярные ферромагнетики / Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З. // Вестник Российской академии наук. – 2002. – Т. 72, № 11. – С. 1032–1034.
48. Коптюг И. В. Применение метода ЯМР-томографии для исследования процессов транспорта вещества / Коптюг И. В., Сагдеев Р. З. // Успехи химии. – 2002. – Т. 71, № 10. – С. 899–949.
49. Коптюг И. В. Современные физико-химические приложения ЯМР- томографии. Специфика метода и его применение для исследования объектов, содержащих жидкости / Коптюг И. В., Сагдеев Р. З. // Успехи химии. – 2002. – Т. 71, № 7. – С. 672–699.

50. Unusual spin transitions / Ovcharenko V. I., Fokin S. V., Romanenko G. V., Ikorskii V. N., Tretyakov E. V., Vasilevsky S. F., Sagdeev R. Z. // *Molecular Physics*. – 2002. – V. 100, № 8. – P. 1107–1115.

51. Коптюг И. В. Нетрадиционные приложения метода ЯМР-томографии / Коптюг И. В., Сагдеев Р. З. // *Успехи химии*. – 2003. – Т. 72, № 2. – С. 183–212.

52. Иванов К. Л. Применение метода спинового эха для разделения спиновых порядков в спектрах химической поляризации ядер / Иванов К. Л., Сагдеев Р. З. // *Доклады Российской академии наук*. – 2006. – Т. 409, № 4. – С. 497–499.

53. Химическая поляризация электронов спин-коррелированных радикальных пар в нанотрубках / Лукзен Н. Н., Иванов К. Л., Морозов В. А., Сагдеев Р. З., Каттниг Д., Грапп Г. // *Доклады Российской академии наук*. – 2006. – Т. 409, № 5. – С. 630–633.

54. Многоядерная магнитно-резонансная томография – многофункциональный инструментарий для исследования свойств материалов, процессов транспорта и каталитических реакций / Коптюг И. В., Лысова А. А., Ковтунов К. В., Живонитко В. В., Хомичев А. В., Сагдеев Р. З. // *Успехи химии*. – 2007. – Т. 76, № 6. – С. 628–645.

Приложение Б

Маркеры институционализации исследований в области магнитного резонанса в
ИХКиГ СО АН СССР

Таблица Б.1 – Маркеры институционализации исследований в области магнитного резонанса в ИХКиГ СО АН СССР (середина 1970-х – 1990 гг.)

Мероприятие	Тема	Дата проведения
Симпозиумы, конгрессы	IV Международный симпозиум по радиационной химии в Венгрии (<i>д.х.н. Ю.Д. Цветков</i>)	Июнь 1976 г.
	XIII Европейский конгресс по молекулярной спектроскопии (<i>пленарный доклад д.ф.-м.н. А. И. Бурштейна</i>)	Сентябрь 1977 г.
	Международный симпозиум по магнитному резонансу и его приложениям в США (<i>доклады Ю.Н. Молина, К.М. Салихова, Р.З. Сагдеева</i>)	Сентябрь 1979 г.
	Выездная сессия научного совета ГКНТ СССР «Аэрозоли и их применение в народном хозяйстве»	Июнь 1985 г.
Совещания, конференции	Координационное совещание по химической кинетике в ИХФ АН СССР в Москве (<i>уч. секретарь ИХКиГ В. Н. Панфилов</i>)	14-23 февраля 1970 г.
	Всесоюзное совещание по поляризации ядер и магнитным эффектам в химических реакциях. (<i>около 100 представителей из 11 городов СССР</i>)	23-25 апреля 1975 г.
	15-е совещание по радиационной химии в Чехословакии (<i>д.х.н. Ю. Д. Цветков, около 100 представителей соц. стран</i>)	Ноябрь 1977 г.
	Научная конференция молодых учёных СО АН СССР (<i>диплом 11 степени за работу «Оптическая регистрация спектров ЭПР радикальных пар...» по химическим наукам</i>)	Декабрь 1980 г.
	Всесоюзная конференция студенческих научных работ «Студент и научно-технический прогресс» (<i>заседание секции «химическая физика», рецензирование тезисов»</i>)	1984 г.
	III совещание по магнитному резонансу в Ростове-на-Дону (<i>председатель оргкомитета член-корреспондент АН СССР Р. З. Сагдеев</i>)	Сентябрь 1988 г.
	Международная конференция по ЯМР-томографии (<i>приуроченная к открытию медицинского томографического центра в ННЦ, общее число участников- 100, иностранных учёных - 13</i>)	1989 г.

	<p>Всесоюзная конференция по магнитно-резонансной томографии в Ростове-на-Дону</p> <p>Всесоюзная конференция по спектроскопии и конформациям молекул в Новосибирске</p> <p>IV Всесоюзная конференция молодых учёных «Физхимия- 90» (1 -е место авторский коллектив И. В. Коптюга)</p>	<p>Ноябрь 1990 г.</p> <p>Ноябрь 1990 г.</p> <p>Ноябрь 1990 г.</p>
Семинары, школы	<p>Рабочий семинар «по реакционной способности колебательно-возбужденных молекул», организованный совместно с ИХФ АН СССР (около 70 представителей из ИХФ АН СССР, ФИ АН СССР, МГУ, ИХКиГСОАН СССР и др.)</p> <p>Экспериментальная работа в Лейденском и Гронингенском университетах (Нидерланды) на тему «Магнитные эффекты в радикальных реакциях» (к.ф.м.н. Р.З. Сагдеев)</p> <p>Демонстрационный семинар по ЯМР-спектроскопии высокого разрешения (совместно с НГУ и японскими фирмами JEOL и TOKYO BOEKI)</p> <p>Международная школа по магнитному резонансу AMPERE в Новосибирске (около 70 представителей отечественной науки и иностранных учёных)</p> <p>Семинар «Новые идеи и методы в магнитном резонансе» в США (Р.З. Сагдеев, К.М. Салихов)</p> <p>V Всесоюзный семинар по кислородным радикалам в химии, биологии и медицине в Москве</p> <p>VI Всесоюзный семинар по кислородным радикалам в химии, биологии и медицине в Риге</p> <p>Советско-западногерманский семинар «Применение магнитного резонанса в химии»</p> <p>Советско-Западноберлинский семинар по магнитному резонансу в Новосибирске</p> <p>Семинар по ХПЯ и СПЯ в Цюрихе</p>	<p>20-21 сентября 1976 г.</p> <p>Осень 1977 г.</p> <p>30.09 -2.10.1985 г.</p> <p>Сентябрь 1987 г.</p> <p>Октябрь 1987 г.</p> <p>Декабрь 1987 г.</p> <p>Март 1988 г.</p> <p>1989 г.</p> <p>Май 1990 г.</p> <p>Октябрь 1990 г.</p>
Выставки, ярмарки	<p>Выставка приборов, созданных в СО АН СССР (спектрометр ЭПР-3, релаксометр ЭПР - первый прибор такого типа в СССР)</p> <p>Международная выставка в Лейпциге (ГДР) «Приборы для радиоспектроскопических исследований» (представлены материалы по теме: «Электронное спиновое эхо и его применение»)</p> <p>Международная осенняя ярмарка в Лейпциге (ГДР)</p>	<p>Март 1971 г.</p> <p>Ноябрь 1975 г.</p> <p>Сентябрь 1976 г.</p>

	<p>Выставка «Наземное применение авиадвигателей в народном хозяйстве» (медаль ВДНХ СССР за «Мощный аэрозольный генератор МАГ-3»)</p> <p>Международная ярмарка в Загребе (Югославия) («Флотол-7,9» диплом III степени ВДНХ СССР, бронзовая медаль)</p> <p>Выставка «Сибирь и наука в Италии»</p> <p>Выставка СО АН СССР в Госплане СССР</p> <p>Международная выставка в Вене «Патенты и лицензии АН СССР»</p> <p>Выставка «Развитие производительных сил Сибири» (совместная экспозиция с ИИХ СО АН СССР, КГУ: «Комплекс физико-химических методов для изучения состава атмосферных аэрозолей городов Западной Сибири и Кузбасса»)</p> <p>Выставка «Сибирский прибор - 80» (автоматизированный масс-спектрометрический комплекс)</p> <p>Выставка «Сибирский прибор - 83» (ЯМР -установка «Гидроскоп» - 1-е место)</p> <p>Выставка ВДНХ СССР (установка «Гидроскоп» - диплом I степени, авторский коллектив награждён 1 золотой, 1 серебряной и 2 бронзовыми медалями ВДНХ СССР)</p> <p>Международная Лейпцигская ярмарка</p> <p>Международная ярмарка в Дели (Индия)</p> <p>Выставка «Сибирь и наука» в Венгрии (3 экспоната ИХКиГ СО АН СССР)</p> <p>Выставка «Сибирский прибор - 87» («Система автоматического время- пролет ного масс-спектрометра»)</p> <p>Выставка «Геологоразведка - 90» в Москве (геологический ЯМР-томограф «Гидроскоп»)</p>	<p>1976 г.</p> <p>1979 г.</p> <p>1979 г.</p> <p>1979 г.</p> <p>1980 г.</p> <p>1980 г.</p> <p>1980 г.</p> <p>1983 г.</p> <p>1983 г.</p> <p>1983 г.</p> <p>1985 г.</p> <p>Сентябрь 1987 г.</p> <p>Сентябрь 1987 г.</p> <p>1990 г.</p>
Конкурсы, премии, награды	<p>Конкурс молодых учёных СО АН СССР (1-е место работа Л.Н. Красноперова «Роль электронной и колебательной энергии в реакциях атомов галоидов по С- Н связи»)</p> <p>Конкурс-смотр молодых учёных СО АН СССР (2-е место по химическим наукам работа Н.И. Сорокина, В. И. Макарова «Исследование влияния магнитного поля на безызлучательные процессы в молекулах...»)</p> <p>Госкомизобретений СССР зарегистрировал под №300 открытие новой закономерности – влияния ядерных магнитных моментов радикалов на скорость</p>	<p>1979 г.</p> <p>1981 г.</p> <p>Апрель 1985 г.</p>

	<p>радикальных химических реакций (<i>т.н. магнитный изотопный эффект</i>)</p> <p>Конкурс прикладных научных работ СО АН СССР (<i>ЯМР-томограф «Гидроскоп» - 2-е место</i>)</p> <p>Постановление ЦК КПСС и СМ СССР о присуждении Ленинской премии авторскому коллективу из 5 человек за цикл работ «Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях» (<i>трое - сотрудники ИХКиГСО АН СССР - академик Ю.Н. Молин, д.х.н. Р.З. Сагдеев, д.ф.-м.н. К.М. Салихов</i>)</p> <p>Конкурс прикладных работ СО АН СССР (<i>2-ая и 3-я премии</i>)</p> <p>Работа «Первичные трековые процессы с участием спин-коррелированных ион-радикалов» удостоена премии Ленинского комсомола 1987 г. (<i>коллектив молодых учёных В.Л. Бизяев, А.В. Коптюг, Н.Н. Луксен, В.В. Мелехов, В.О. Сайко, С.Н. Смирнов</i>)</p> <p>Конкурс Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева (<i>две третьих премии, одна поощрительная премия</i>)</p> <p>Конкурс фундаментальных исследований СО АН СССР (<i>3-е место</i>)</p> <p>Грамотами ЦК КПСС, СМ СССР, ЦК ВЛКСМ и ВЦСПС удостоен коллектив лаборатории магнитных явлений (<i>зав. лаб. Р.З. Сагдеев</i>) и д.т.н. А.Г. Семёнов</p> <p>Государственная премия СССР присуждена авторскому коллективу за цикл работ «Развитие методов ЭПР высокого разрешения» (<i>Ю.Д. Цветков, С.А. Дзюба, АД. Милов, А. М. Райцимринг, С.А. Диканов</i>)</p> <p>Конкурс научной молодёжи СО АН СССР (<i>2-е место</i>)</p> <p>Конкурс молодых учёных СО АН СССР (<i>1-е место работа А. В. Юрковской, Ю.П. Центаловича</i>)</p> <p>Молодёжный конкурс СО АН СССР (<i>3-е место лаборатория магнитных явлений под руководством Р.З. Сагдеева</i>)</p>	<p>1985 г.</p> <p>Апрель 1986 г.</p> <p>1986 г.</p> <p>1987 г.</p> <p>1987 г.</p> <p>1987 г.</p> <p>1987 г.</p> <p>1988 г.</p> <p>1988 г.</p> <p>Ноябрь 1990 г.</p> <p>Ноябрь 1990 г.</p>
Экспедиции	<p>Экспедиция: «Испытание новой установки бесскважинной разведки подземных вод» (<i>ЯМР-томограф «Гидроскоп»</i>)</p> <p>Экспедиция в район Уренгойского газового месторождения для разведки подземных вод. (<i>экономический эффект от применения ЯМР-томографа «Гидроскоп» 1,4 млн. руб.</i>)</p> <p>Круглогодичная геофизическая экспедиция (<i>полевые испытания ЯМР-томографа «Гидроскоп» в различных климатических и геофизических условиях</i>)</p>	<p>Лето 1981 г.</p> <p>Июль 1982 г.</p> <p>1983 г.</p>

Приложение В

Структура научной части МТЦ СО РАН

Таблица В.1 – Структура научной части МТЦ СО РАН, включающая подготовку кадров в 1993-2008 гг.

Структура	Год						
	1993-95 (данные на конец 1995г.)	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Отдел магнитных и спиновых явлений Сагдеев Р.З.	16 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 8 к.ф.-м.н.	17 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 7 к.ф.-м.н.	18 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 7 к.ф.-м.н.	18 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 2 д.ф.-м.н. 5 к.ф.-м.н. 1 к.х.н.	21 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 2 д.ф.-м.н. 5 к.ф.-м.н. 1 к.х.н.	19 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 2 д.ф.-м.н. 4 к.ф.-м.н. 1 к.х.н.	18 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 2 д.ф.-м.н. 5 к.ф.-м.н. 1 к.х.н.
Лаборатория многоспиновых координационных соединений Овчаренко В.И.	7 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 1 к.х.н.	14 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 1 к.х.н.	12 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 2 к.х.н.	13 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 2 к.х.н.	13 чел., в т.ч. 3 д.х.н. 3 к.х.н.	15 чел., в т.ч. 4 д.х.н. 3 к.х.н.	10 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 3 к.х.н.
Лаборатория медицинской диагностики Летягин А.Ю.	6 чел., в т.ч. 1 д.м.н.	9 чел., в т.ч. 1 д.м.н.	9 чел., в т.ч. 1 д.м.н.	9 чел., в т.ч. 1 д.м.н.	9 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 1 к.м.н.	9 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 3 к.м.н.	7 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 2 к.м.н.
Группа магнитно- резонансной томографии Савелов А.А.	3 чел.	4 чел., в т.ч. 1 к.ф.-м.н.	4 чел., в т.ч. 1 к.ф.-м.н.	4 чел., в т.ч. 1 к.ф.-м.н.	4 чел., в т.ч. 1 к.ф.-м.н.	4 чел., в т.ч. 1 к.ф.-м.н.	3 чел.
Общая численность сотрудников МТЦ	66 чел.	65 чел.	66 чел.	69 чел.	68 чел.	65 чел.	69 чел.
В т.ч. научные, из них: - академики - чл.-к. РАН - доктора наук - кандидаты наук	20 чел. - 1 3 9	20 чел. - 1 4 9	24 чел. - 1 4 10	26 чел. 1 - 4 10	24 чел. 1 - 6 11	26 чел. 1 - 6 13	26 чел. 1 - 5 11
Научно- технические	23 чел.	20 чел.	18 чел.	16 чел.	20 чел.	22 чел.	29 чел.
Защита диссертаций: докторские кандидатские	- 2(1 межд.)	1 -	2 3	2 1	2 -	4 -	1 2
Аспиранты	-	5 чел.	7 чел.	7 чел.	3 чел.	6 чел.	6 чел.
Студенты: общая численность защита дипломов преддип. практика	6 чел. - -	5 чел. - -	9 чел. 4 5	15 чел. 5 10	14 чел. 5 9	10 чел. 4 6	6 чел. 3 3

Продолжение таблицы В.1

Структура	Год						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Отдел магнитных и спиновых явлений (МСЯ) Сагдеев Р.З.	20 чел., в т.ч. 1 д.х.н. 3 д.ф.-м.н. 7 к.ф.-м.н. 2 к.х.н.	20 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 3 д.ф.-м.н. 5 к.ф.-м.н. 3 к.х.н.	24 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 3 д.ф.-м.н. 5 к.ф.-м.н. 5 к.х.н.	24 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 3 д.ф.-м.н. 6 к.ф.-м.н. 3 к.х.н.	24 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 3 д.ф.-м.н. 6 к.ф.-м.н. 3 к.х.н.	24 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 4 д.ф.-м.н. 3 к.ф.-м.н. 2 к.х.н.	24 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 3 д.ф.-м.н. 6 к.ф.-м.н. 3 к.х.н.
Лаборатория многоспиновых координационных соединений (МКС) Овчаренко В.И.	10 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 2 к.х.н.	9 чел., в т.ч. 3 д.х.н. 3 к.х.н.	11 чел., в т.ч. 3 д.х.н. 3 к.х.н.	11 чел., в т.ч. 3 д.х.н. 3 к.х.н.	11 чел., в т.ч. 3 д.х.н. 3 к.х.н.	13 чел., в т.ч. 2 д.х.н. 4 к.х.н.	11 чел., в т.ч. 3 д.х.н. 3 к.х.н.
Лаборатория медицинской диагностики (МД) Летягин А.Ю.	9 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 2 к.м.н.	8 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 1 к.м.н.	8 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 1 к.м.н.	7 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 1 к.м.н.	7 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 3 к.м.н.	7 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 3 к.м.н.	7 чел., в т.ч. 1 д.м.н. 3 к.м.н.
Группа магнитно-резонансной томографии (МРТ) Савелов А.А.	4 чел.	4 чел., в т.ч. 1 к.ф.-м.н.					
Общая численность сотрудников МТЦ	60 чел.	73 чел.	80 чел.	84 чел.	86 чел.	89 чел.	92 чел.
В т.ч. научные, из них: - академики - чл.-к. РАН - доктора наук - кандидаты наук	24 чел. 1 - 7 13	28 чел. 1 - 9 13	26 чел. 1 1 9 15	29 чел. 1 1 9 16	29 чел. 1 1 9 16	29 чел. 1 1 9 17	30 чел. 1 1 7 16
Научно-технические	20 чел.	21 чел.	27 чел.	28 чел.	34 чел.	19 чел.	16 чел.
Защита диссертаций: докторские кандидатские	2 3	1 2	5 -	2 -	3 -	1 2	2 4
Аспиранты	9	9	5	10	12	10	9
Студенты: общая численность защита дипломов преддип. практика	5 чел. - 5	11 чел. - 11	17 чел. 6 11	11 чел. 2 9	12 чел. 7 5	9 чел. 2 7	14 чел. 6 8

Приложение Г

Публикационная активность МТЦ СО РАН

Таблица Г.1 – Динамика публикационной активности МТЦ СО РАН в 1990-2009 гг.

Год	Монографии и, обзоры	Статьи в отечественных журналах	Статьи в зарубежных журналах	Труды международных конференций	Эффективность (публикации на 1 н.с.), данные за каждые 5 лет
1990	-	3	5	5	
1991	-	2	4	1	
1992	-	1	4	3	
1993	-	-	9	-	
1994	-	4	14	11	
1990 – 1994	-	10	36	20	0.464
1995	1	4	15	-	
1996	0	1	11	-	
1997	3	5	22	13	
1998	0	3	9	30	
1999	0	8	14	42	
1995 – 1999	4	21	71	85	0.846
2000	4	20	9	49	
2001	2	22	9	46	
2002	2	27	8	52	
2003	1	20	14	48	
2004	1	30	15	40	
2000 – 2004	10	119	55	235	1.31
2005	5	43	11	69	
2006	2	35	22	85	
2007	0	33	27	115	
2008	5	38	19	129	
2009	2	29	34	90	
2005 – 2009	14	178	113	488	1.97

Приложение Д

Значимые научные мероприятия по ЯМР-спектроскопии и томографии

Таблица Д.1 – Значимые научные мероприятия по ЯМР-спектроскопии и томографии (конец 1970-х – начало 2000-х гг.)

Научное мероприятие	Тема выступления
Всесоюзная конференция Современные достижения ЯМР - спектроскопии высокого разрешения. Ташкент, 25-27 сентября 1979 г.	Применение метода химической поляризации ядер для изучения люминесцирующих состояний в реакции цис-транс изомеризации стильбенов. (<i>Лешина Т.В., Беляева С.Г., Марьясова В.И., Сагдеев Р.З.</i>)
Всесоюзный симпозиум по магнитному резонансу Пермь, июнь 1979 г.	Химическая поляризация ядер: состояние и перспективы (<i>Сагдеев Р.З., Лешина Т.В.</i>)
Magnetic Resonance and Related Phenomena: proceedings of the XX th Congress, AMPERE Таллинн, 21-26 августа, 1978 г.	EPR studies of the electron transfer in P-450 cytochrome complexes with stabilized radicals (<i>Veiner L.M., Eremenko S.I., Popova V.I., Sagdeev R.Z., Tsyrllov I.B., Liahovich V.V.</i>)
VII Всесоюзное совещание Физические и математические методы в координационной химии Кишинев, 1980 г.	Исследование комплексов Cu(II), Ni(II) и Co(II) с парамагнитным енаминокетонном методом импульсной Фурье-спектроскопии ЯМР (<i>Овчаренко В.И., Резников В.А., Подоппелов А.В., Сагдеев Р.З., Ларионов С.В., Володарский Л.Б.</i>)
III Всесоюзная конференция Поляризация электронов и ядер и магнитные эффекты в химических реакциях Новосибирск, 18-20 августа 1981 г.	Изучение радикальных стадий в реакциях органических соединений элементов IV группы (Si, Ge) с помощью ХПЯ и магнитных эффектов (<i>Лешина Т.В., Тарабан М.Б., Марьясова В.И., Сагдеев Р.З., Салихов К.М., Маргорская О.А., Браво- Животовский Д.А., Гендин Д.В., Вязанкин Н.С.</i>)
XII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии Баку, 21-25 сентября 1981 г.	Новые высокочувствительные методы регистрации спектров магнитного резонанса свободных радикалов в растворах (<i>Молин Ю.Н., Сагдеев Р.З., Анисимов О.А.</i>)
Всесоюзная конференция Магнитный резонанс в исследовании химических элементарных актов Новосибирск, 19-21 сентября 1984 г.	Влияние резонансной накачки электронных переходов на ХПЯ (<i>Багрянская Е.Г., Гришин Ю.А., Сагдеев Р.З.</i>)
Magnetic Resonance and Related Phenomena: proceedings of the XXIIInd Congress AMPERE Цюрих (Швейцария), 10-15 сентября 1984 г.	The RF- and microwave labelling techniques in chemical reactions (<i>Sagdeev R.Z., Grishin Yu.A., Bagryanskaya E.L., Leshina T.V., Valyaev V.I., Molin Yu.N.</i>)
5 Всесоюзное совещание по фотохимии Суздаль, 19-21 февраля 1985 г.	Изучение сенсibilизированной фотоизомеризации фумаронитрила методом ЯМР и ХПЯ 1H в средах различной полярности (<i>Крупна А.И., Лешина Т.В., Сагдеев Р.З.</i>)
Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXIIIrd Congress AMPERE Рим (Италия), 15-19 сентября 1986 г.	Nuclear polarization in the processes of photoexcitation of gas-phase molecules (<i>Sagdeev R.Z., Obynochny A.A., Salikhov K.M., Yurkovskaya A.V., Galimov R.R.</i>)
Научная сессия отделения общей физики и астрономии и отделения ядерной физики АН СССР Москва, 25-26 июня 1986 г.	Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях (<i>Бучаченко А.Л., Молин Ю.Н., Сагдеев Р.З., Салихов К.М., Франкевич Е.Л.</i>)
IXth AMPERE Summer School	CIDNP in gas-phase reactions of radicals

Новосибирск, 20-26 сентября 1987 г.	<i>(Yurkovskaya A.V., Tsentalovich Yu.P., Galimov R.R., Sagdeev R.Z., Obynochny A.A., Purtov P.P.)</i>
Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXIVth Congress AMPERE Познань, 29 августа -3 сентября 1988 г.	About the possibility of polarized internal target based on the phenomena of chemically induced dynamic nuclear polarization <i>(Popov S.G., Sagdeev R.Z., Tsentalovich Yu.P., Woitsekhowski B.B., Yurkovskaya A.V.)</i>
Organic Free Radicals: proceedings of the Fifth International symposium Цюрих (Швейцария), сентябрь 1988 г.	Photoexcited electron transfer and solvent-dependent path ways of spin polarization and radical formation in solutions with anthraquinone <i>(Roth H.-K., Leopold D., Obynochny A.A., Zentalovich Yu.P. Bagryanskaya E.G., Grishin Y.A., Sagdeev R.Z.)</i>
VI Всесоюзное совещание по фотохимии Новосибирск, 16-18 мая 1989 г.	СПЯ при фотолизе дибензилкетона и α -метилдезоксibenзоина в мицеллах <i>(Багрянская Е.Г., Тарасов В.Ф., Гришин Ю.А., Сагдеев Р.З.)</i>
Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXV Congress AMPERE Штутгарт (Германия), 1990 г.	Stimulated nuclear polarization <i>(Bagryanskaya E.G., Koptug I.V., Sagdeev R.Z.)</i>
XIII IUPAC симпозиум по фотохимии 1990	Stimulated nuclear polarization - a new method for studying the mechanisms of photochemical reactions <i>(Sagdeev R.Z., Bagryanskaya E.G.)</i>
Spin Chemistry: Oji International conference on Spin Chemistry Томакомаи (Япония), 15-18 июля 1991 г.	Stimulated nuclear polarization and related phenomena <i>(Bagryanskaya E.G., Koptug I.V., Tsentalovich Yu.P., Yurkovskaya A.V., Sagdeev R.Z.)</i>
2 International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena Konstanz (Германия), 26-31 июля 1992 г.	Cross-relaxation and cross-correlation mechanisms of spin polarization formation <i>(Tsentalovich Yu.P., Yurkovskaya A.V., Frantsev A.A., Sagdeev R.Z.)</i>
IIIrd International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena Чикаго (США), 25-30 сентября 1994 г.	The investigation of shortlived radical intermediates by time-resolved SNP and DNP <i>(Bagryanskaya E.G., Sagdeev R.Z.)</i>
Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXVII Congress AMPERE Казань, 21-28 августа 1994 г.	Time-resolved SNP and DNP investigations of short-lived radical intermediates <i>(Bagryanskaya E.G., Sagdeev R.Z.)</i>
Modern Trends in Chemical Kinetics and Catalysis: 2nd conference Новосибирск, 21-24 ноября 1995 г.	¹³ C-SNP investigation of benzoin photolysis in micellar solution <i>(Ananchenko G.S., Bagryanskaya E.G., Sagdeev R.Z.)</i>
XVIth IUPAC Symposium on Photochemistry Хельсинки (Финляндия), 21-26 июля 1996 г.	Biradical photoreactions during the photolysis of α, α, α -substituted cycloalcanones: Low- and High-field CIDNP study <i>(Morozova O.B., Yurkovskaya A.V., Tsentalovich Yu.P., Sagdeev R.Z.)</i>
IV International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena Новосибирск, 18-23 августа 1996 г.	CIDNP, CIDEF and flash-photolysis studies of photoreactions involving <i>(Koptug I.V., Sagdeev R.Z., Turro N.J., Sluggett G.W.)</i>
Magnetic Resonance and Related Phenomena: 28th Congress AMPERE University of Kent, Canterbury, UK, 1996	The manifestation of S-T transitions proceeding in the terms interaction zone in weak magnetic field CIDNP in homogeneous solutions <i>(Ananchenko G.S., Purtov P.A., Bagryanskaya E.G., Sagdeev R.Z.)</i>
Физика и химия элементарных химических процессов: V всероссийская конференция, посвящённая 80-летию акад. В.В. Воеводского	Low magnetic field electron and nuclear polarization studied by RF induced CIDNP <i>(Ananchenko G.S., Bagryanskaya E.G., Sagdeev R.Z.)</i>

Черноголовка, 1997 г.	
Магнитный резонанс в химии и биологии: X международная конференция Суздаль, 1-7 июня 1998 г.	Изучение механизма фотолиза гетероароматических углеводов и азинов с диметиланилином в ацетонитриле методами ЭПР и ДПЯ (Багрянская Е.Г., Горелик В.Р., Сагдеев Р.З., Усачева М.Н., Пауль Х.)
XVII-th IUPAC Symposium on Photochemistry Барселона (Испания), 19-24 июля 1998 г.	Intersystem crossing and molecular dynamics in consecutive photoreactions of flexible biradicals (Yurkovskaya A., Tsentalovich Yu., Morozova O., Sagdeev R., Vieth H.-M., Forbes M.)
Современная химическая физика: XI симпозиум Туапсе, 18-29 сентября 1999 г.	Динамическая поляризация ядер промежуточных короткоживущих радикальных частиц (Багрянская Е.Г., Сагдеев Р.З.)
VIth International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena Emmetten (Швейцария), 21-26 августа 1999 г.	Investigation of the temperature effect on the micelle properties by stimulated nuclear polarization technique (Lebedeva N.V., Bagryanskaya E.G., Gorelik V.R., Koptug I.V., Sagdeev R.Z.)
Современная химическая физика: XII симпозиум Туапсе, 18-29 сентября 2000 г.	Применение ЯМР микротомографии для решения актуальных задач катализа (Коптюг И.В., Сагдеев Р.З., Хитрина Л.Ю., Пармон В.Н.)
Magnetic Resonance and Related Phenomena: proceedings of the 30-th Congress AMPERE Лиссабон (Португалия), 23-28 июля 2000 г.	Low magnetic field electron and nuclear relaxation of short-lived radicals studied by CIDNP with single and double switching of external magnetic field (Bagryanskaya E.G., Fedin M.V., Makarov T.N., Shakirov S.R., Sagdeev R.Z.)
I Евразийский конгресс по медицинской физике и инженерии "Медицинская физика 2001" Москва, 18-22 июня 2001 г.	Быстрое сканирование в МР томографии (Савелов А.А., Сагдеев Р.З.)
Magnetic Resonance in Chemistry and Biology: XI International Conference Звенигород, 20-27 апреля 2001 г.	Investigation of the kinetics and mechanisms of nuclear polarization formation in the photoreactions of biomolecules: amino acids-peptide-protein (Morozova O.B., Tsentalovich Yu.P., Yurkovskaya A.V., Sagdeev R.Z.)

Приложение Е

Маркеры институционализации исследований в области магнитного резонанса в
МТЦ СО РАН

Таблица Е.1 – Маркеры институционализации исследований в области магнитного резонанса в МТЦ СО РАН (1988 – начало 2000-х гг.)

Мероприятие	Тема	Дата проведения
Симпозиумы, конгрессы	Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXIVth Congress AMPERE Польша, Познань (<i>доклад</i>)	август-сентябрь 1988 г.
	Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXV Congress AMPERE Германия, Штутгарт (<i>доклад</i>)	1990 г.
	XIII IUPAC симпозиум по фотохимии (<i>доклад</i>)	1990 г.
	2 International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena. Германия, Konstanz (<i>доклад</i>)	26-31 июля 1992 г.
	International Congress “Advances in Brain Revascularization. Израиль, Эйлат (<i>доклад</i>)	1993 г.
	Magnetic Resonance and Related Phenomena: XXVII Congress AMPERE Казань (<i>1 пленарный доклад, 9 – стендовых докладов</i>)	21-28 августа 1994 г.
	IIIrd International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena. США, Чикаго (<i>2 пленарных доклада, 8 - стендовых</i>)	25-30 сентября 1994 г.
	XV IUPAC Symposium on Photochemistry. Чехия, Прага (<i>1 стенд. док.</i>)	Июль 1994 г.
	International symposium Schering AG. Москва (<i>доклад</i>)	1994 г.
	Nottingham symposium on MRI in Medicine. Великобритания, Ноттингем (<i>1 устный доклад, 23 – стендовых</i>)	1994 г.
	XVI IUPAC Symposium on Photochemistry Финляндия, Хельсинки (<i>доклад</i>)	21-26 июля 1996 г.
	IV International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena. Новосибирск (<i>доклады</i>)	18-23 августа 1996 г.
	Magnetic Resonance and Related Phenomena: 28-th Congress AMPERE UK, Canterbury, University of Kent (<i>доклад</i>)	1996 г.
	1-й Европейский конгресс по химической инженерии (<i>доклад Л.Ю. Хитрина</i>)	Май 1997 г.
	5-й Международный симпозиум по магнитным и спиновым эффектам в химии и родственными явлениями. Израиль (<i>приглашенный доклад - Е.Г. Багрянская; А.В. Юрковская</i>)	Октябрь 1997 г.
XVI Всероссийская школа-симпозиум молодых учёных по химической кинетике. Москва (<i>6 участников</i>)	1998 г.	
Международный симпозиум по радикальным интермедиатам Швейцария (<i>приглашенный научный доклад - Е.Г. Багрянская</i>)	Июль 1998 г.	

	<p>5-й Международный симпозиум по магнитным и спиновым эффектам в химии и родственным явлениям. Испания (доклад - А.В. Юрковская)</p> <p>XVII Всероссийский симпозиум молодых учёных по химической кинетике. Москва (4 участника)</p> <p>XI симпозиум «Современная химическая физика» Туапсе (4 участника)</p> <p>6-й Международный симпозиум по магнитным и спиновым эффектам в химии и родственным явлениям Швейцария (приглашенный доклад - Е.Г. Багрянская; научные доклады -И.В. Коптюг, Н.В. Лебедева, Н.Н. Лукзен, О.Б. Морозова, Ю.П. Центалович, А.В. Юрковская)</p> <p>Международный Симпозиум «Диффузионно-ускоренные реакции» Израильского научного Фонда, Институт им. Вейцмана Израиль (приглашенный доклад - Н.Н. Лукзен)</p> <p>12th European Congress of Radiology Austria, Vienna (1 человек)</p> <p>XXX Международный конгресс АМПЕРЕ Португалия (пленарный доклад Е.Г. Багрянская)</p> <p>XVIII конгресс IUPAC по фотохимии ФРГ (стендовый доклад М.В. Федин)</p> <p>Международный симпозиум по обратным задачам в инженерной механике ISIP2001 Япония (И.В. Коптюг)</p> <p>VII Международный симпозиум по магнитным и спиновым эффектам в химии и родственным явлениям Япония, Токио (пленарные доклады - Е.Г. Багрянская, В.И. Овчаренко, 2 стендовых доклада; устные и стендовые доклады - О.Б. Морозова, Ю.П. Центалович, А.В. Юрковская)</p> <p>7-й Сендайский симпозиум по развитию ЭПР спектроскопии Япония, Сендай (пленарный доклад - Е.Г. Багрянская)</p> <p>31-й Конгресс АМПЕРЕ Польша, Познань (Е.Г. Багрянская)</p> <p>15 международный конгресс по химической технологии Чехия (А.А. Лысова)</p>	<p>Июль 1998 г.</p> <p>1999 г.</p> <p>Сентябрь 1999 г.</p> <p>Август 1999 г.</p> <p>1999 г.</p> <p>Март 5-10. 2000</p> <p>Июль 2000</p> <p>Июль 2000</p> <p>февраль 2001</p> <p>Июль 2001</p> <p>Июль 2001</p> <p>14-19 июля 2002</p> <p>август 2002</p>
Совещания, конференции	<p>Международная конференция по ЯМР-томографии (приуроченная к открытию медицинского томографического центра в ННЦ, общее число участников- 100, иностранных учёных - 13)</p> <p>Всесоюзная конференция по магнитно-резонансной томографии в Ростове-на-Дону</p> <p>Всесоюзная конференция по спектроскопии и конформациям молекул в Новосибирске</p> <p>IV Всесоюзная конференция молодых учёных «Физхимия- 90» (1 -е место авторский коллектив И.В. Коптюга)</p> <p>Spin Chemistry: Oji International conference on Spin Chemistry Япония, Томакомаи</p>	<p>Сентябрь 1988 г.</p> <p>1989 г.</p> <p>Ноябрь 1990 г.</p> <p>Ноябрь 1990 г.</p> <p>15-18 июля 1991 г.</p>

Конференция молодых учёных Новосибирского медицинского института. Новосибирск (4 доклада)	1993 г.
IV International Conference on Molecular-based Magnets США, Солт-Лейк-Сити (доклад)	Октябрь 1994 г.
Актуальные вопросы клинической медицины. Новосибирск (доклад)	1994 г.
Modern Trends in Chemical Kinetics and Catalysis: 2nd conference Новосибирск	21-24 ноября 1995 г.
Конференция по координационной химии Словакия (научный доклад - А.Б. Бурдуков)	Июнь 1997 г.
NATO ASI "Recent theoretical and experimental advances in hydrogen bonded clusters" Греция (научный доклад - В.И. Овчаренко)	Июнь-июль 1997
4-я Международная конференция по магнитно-резонансной микроскопии и макроскопии Обучающая сессия, выступление с докладом на семинаре химического факультета Колумбийского университета. США, Альбукерк (приглашенный доклад - И.В. Коптюг)	Сентябрь 1997 г.
«Физика и химия элементарных химических процессов»: V всероссийская конференция, посвящённая 80-летию академика В.В. Воеводского. Черноголовка	1997 г.
Международная конференция «Магнитный резонанс в медицине» Казань (5 участников)	1997 г.
Международная конференция «Современная компьютерная и магнитно-резонансная томография в клинической практике» Москва (4 участника)	1997 г.
Юбилейная конференция, посвященная 25-летию МСЧ-168 Новосибирск (5 участников)	1997 г.
Международной Конференции по Реакционным Интермедиатам и Механизмам Реакций. Швейцария (Ю.П. Центалович)	Июль 1998 г.
Международная конференция по фотохимии Испания, Барселона (стендовый доклад - Е.Г. Багрянская)	Июль 1998 г.
29-ая международна конференция AMPERE. Совместный конгресс AMPERE и ISMAR. Германия, Берлин (А.В. Юрковская, Е.Г. Багрянская, И.В. Коптюг, Н.Н. Луксен, О.Б. Морозова)	Август 1998 г.
5 международная конференция по магнитно-резонансной микроскопии. Германия (И.В. Коптюг)	Август 1998 г.
Международная конференция по координационной химии Италия (председатель секции, доклад - В.И. Овчаренко)	Август-сентябрь 1998 г.
6 Международная конференция по молекулярным магнетикам Франция (А.Б. Бурдуков, В.Н. Икорский, С.В. Фокин, Ю.Г. Шведенков)	Сентябрь 1998 г.
Магнитный резонанс в химии и биологии: X международная конференция. Суздаль (доклад)	1-7 июня 1998 г.

	<p>Конференция «Весенние встречи немецкого физического общества» Германия, Мюнстер (<i>доклад - А.В. Юрковская</i>)</p> <p>18 конференция RAMIS'99 по современному магнитному резонансу Польша (<i>И.В. Коптюг - приглашенный доклад и проведение совместных исследований в институте молекулярной физики Польской Академии наук</i>)</p> <p>Международная конференция по координационной химии Словакия, Смоленице (<i>пленарный доклад -А.Б. Бурдуков</i>)</p> <p>Международная конференция «Магнитный резонанс в медицине и биологии». Киев (Украина) (<i>4 человека</i>)</p> <p>Международная конференция по магнитно-резонансной микроскопии Германия, Технический университет Аахена (<i>доклад - И.В. Коптюг</i>)</p> <p>VII Международная конференция по молекулярным магнетикам США, Сан Антонио (<i>пленарный доклад В.И. Овчаренко, стендовые доклады: И.В. Ельцов, О.В. Коренева, Е.Ю. Фурсова Ю.Г. Шведенков</i>)</p> <p>Пятая международная конференция «Последние достижения в приложениях магнитного резонанса к пористым средам» Италия (<i>И.В. Коптюг</i>)</p> <p>14-й конференция Международного Общества по Магнитному резонансу, ISMAR. Греция (<i>стендовый доклад - М.В.Федин</i>)</p> <p>3d International Conference on Nitroxide Radicals Германия, г. Кайзерслаутерн (<i>пленарный доклад - В.И. Овчаренко</i>)</p> <p>Шестая международная конференция по магнитно-резонансной микроскопии. Англия (<i>И.В. Коптюг</i>)</p> <p>Первая международная конференция по структурированным катализаторам и реакторам. Голландия (<i>И.В. Коптюг</i>)</p> <p>35-я международная конференция «Техника и применение ЭПР» Великобритания, Абердин (<i>Н.В. Лебедева</i>)</p> <p>XVI международной европейской экспериментальной конференции по магнитному резонансу, EENC2002 Чехия, Прага (<i>О.Б. Морозова, А.В. Юрковская, С.Р. Шакиров</i>)</p> <p>International on spin Chemistry Германия, г. Хайдельберг (<i>пленарный доклад - В.И. Овчаренко</i>)</p> <p>6 международная конференция по магнитному резонансу в пористых средах. Германия (<i>И.В. Коптюг</i>)</p> <p>VIII International Conference on Molecular-based Magnets Испания, г. Валенсия (<i>В.И. Овчаренко, О.В. Коренева, Е.В. Третьяков, Е.Ю. Фурсова</i>)</p>	<p>Март 1999 г.</p> <p>Апрель 1999 г.</p> <p>Июнь 1999 г.</p> <p>Осень 1999 г.</p> <p>Сентябрь 1999 г.</p> <p>Сентябрь 2000 г.</p> <p>Октябрь 2000 г.</p> <p>Август 2001 г.</p> <p>Сентябрь 2001 г.</p> <p>Сентябрь 2001 г.</p> <p>Октябрь 2001 г.</p> <p>Апрель 2002 г.</p> <p>9-14 июня 2002 г</p> <p>Июль 2002 г.</p> <p>Сентябрь 2002 г.</p> <p>Октябрь 2002 г.</p>
Семинары, школы	<p>Международная школа по магнитному резонансу AMPERE Новосибирск (<i>около 70 представителей отечественной науки и иностранных учёных</i>)</p> <p>Семинар «Новые идеи и методы в магнитном резонансе» США (<i>Р.З. Сагдеев, К.М. Салихов</i>)</p> <p>V Всесоюзный семинар по кислородным радикалам в химии, биологии и медицине в Москве</p>	<p>Сентябрь 1987 г.</p> <p>Октябрь 1987 г.</p> <p>Декабрь 1987 г.</p>

	<p>VI Всесоюзный семинар по кислородным радикалам в химии, биологии и медицине в Риге</p> <p>Советско-западногерманский семинар «Применение магнитного резонанса в химии»</p> <p>Советско-Западноберлинский семинар по магнитному резонансу в Новосибирске</p> <p>Семинар по ХПЯ и СПЯ в Цюрихе</p> <p>Семинар «Методы и клиническое применение магнитно-резонансной томографии» Москва (<i>1 лектор</i>)</p> <p>Международная школа по применению современных методов ЭПР спектроскопии в химии, физике и биологии Италия, Университет Каорле (<i>О.Б. Морозова</i>)</p> <p>28 Международная кристаллографическая школа Италия, Эриче (<i>А.Б. Бурдуков</i>)</p> <p>Международная научная школа “Кагун Курцинет” Израиль (<i>К.Л. Иванов - научная командировка</i>)</p> <p>VIII Международная школа АМПЕРЕ по ЯМР Польша (<i>плeнарный доклад - Е.Г. Багрянская</i>)</p> <p>Международный научно-практический семинар Института клинической и экспериментальной лимфологии Киргизия, Бишкек, Института пластинации и Кыргызской госмедакадемии (<i>1 человек</i>)</p> <p>Международная научная школа “Кагун Курцинет” Израиль (<i>Научная командировка - К.Л. Иванов</i>)</p> <p>Летняя школа AMPERE «Применение магнитного резонанса к исследованию новых материалов». Греция (<i>Л.Ю. Ильина</i>)</p> <p>XII школа по ЯМР. Специализированная школа АМПЕРЕ. Закопаны (<i>Д.И. Потапенко</i>)</p> <p>Международная школа по гетерогенному катализу и тонкому органическому синтезу. Финляндия (<i>А.А. Лысова</i>)</p> <p>2 международна школа по катализу EFCATS. Венгрия (<i>А.А. Лысова, А.В. Матвеев</i>)</p> <p>Школа-конференция “Modern EPR Spectroscopy, Methodology and Application in Physics, Chemistry and Biology”. Belgium, Retie (<i>Е.В.Горелик, К.Л. Иванов, Н.В. Лебедева</i>)</p>	<p>Март 1988 г.</p> <p>1989 г.</p> <p>Май 1990 г.</p> <p>Октябрь 1990 г.</p> <p>Октябрь 1998 г.</p> <p>Сентябрь 1999 г.</p> <p>Май 1999 г.</p> <p>Июнь-сентябрь 1999 г.</p> <p>Июнь 2000 г.</p> <p>Сентябрь 2000 г.</p> <p>Июнь-сентябрь 2000 г.</p> <p>Сентябрь 2000 г.</p> <p>Июнь 2002 г.</p> <p>Июнь 2002 г.</p> <p>Сентябрь 2002 г.</p> <p>Декабрь 2002 г.</p>
Организация конференций	<p>Научная конференция в связи с открытием Международного томографического центра с участием 8 иностранных учёных и более 50 участников из стран СНГ (<i>8 докладов от МТЦ</i>)</p> <p>Первая Всероссийская конференция «Высокоспиновые молекулы и молекулярные ферромагнетики» Черноголовка, МТЦ СО РАН совместно с Институтом проблем химической физики РАН</p> <p>VI Voevodsky Conference “Physics and Chemistry of Elementary Chemical Processes” Russia, Novosibirsk, МТЦ СО РАН совместно и ИХКиГ СО РАН</p>	<p>Сентябрь 1993 г.</p> <p>18-21 марта 2002 г.</p> <p>21-25 июля 2002 г.</p>

	в МТЦ СО РАН проводились заседания секций, в работе которых принимали участие более 50 иностранных ученых (Япония, Австрия, Германия, Франция, Великобритания)	
Конкурсы Премии, награды, стипендии	Грамоты ЦК КПСС, СМ СССР, ЦК ВЛКСМ и ВЦСПС коллектив лаборатории магнитных явлений (<i>зав. лаб. Р.З. Сагдеев</i>) и д.т.н. А.Г. Семёнов	1987 г.
	Конкурс молодых учёных СО АН СССР (<i>1-е место работа А. В. Юрковской, Ю.П. Центаловича</i>)	Ноябрь 1990 г.
	Молодёжный конкурс СО АН СССР (<i>3-е место лаборатория магнитных явлений под руководством Р.З. Сагдеева</i>)	Ноябрь 1990 г.
	Стипендия им. Е. Завойского для студентов ФЕН и ФФ НГУ (учр-ль МТЦ СО РАН). (<i>Парначев А 1993-1995, Надолинная Е.- 1996</i>)	1993 г.
	Государственная премия РФ по науке и технике за цикл «Нитроксильный радикалы имидазолина» (<i>в авторском коллективе: чл.-корр. РАН Р.З. Сагдеев и д.х.н. В.И. Овчаренко</i>)	1994 г.
	Государственные научные стипендии России: (<i>д.х.н. Овчаренко В.И.; молодой учёный к.ф.-м.н. В.А. Морозов</i>)	1994 г.
	Стипендия фонда им. Гумбольдта (<i>к.ф.-м.н. Н.Н. Лукзен, к.ф.-м.н. А.В. Юрковская</i>)	1994 г.
	Юбилейная премия РАМН (<i>А.Ю. Летягин</i>)	1994 г.
	Стипендию фонда Сороса (<i>аспирант Л.Ю Хитрина</i>)	1994 г.
	Стипендия им. Е. Завойского (<i>м.н.с. Е.В. Горелик</i>)	1997 г.
	Государственная научная стипендия (<i>проф., д.х.н. В.И. Овчаренко</i>)	1997-2000 гг.
	Стипендия им. Е. Завойского (<i>М.В. Федин</i>)	1998 г.
	Стипендия Президента РФ для молодых учёных (<i>к.х.н. О.Б. Морозова</i>)	1998-2002 гг.
	Стипендия Международного благотворительного фонда им. К.И. Замараева (<i>аспирант Л.Ю Хитрина</i>)	1998-99 гг.
	Стипендия Президента РФ (<i>студент ФФ НГУ К.Л. Иванов</i>)	1998-2000 гг.
	Стипендия им. Е. Завойского (<i>Т.Н. Макаров</i>)	1999 г.
	Стипендию фонда им. Гумбольдта (<i>д.ф.-м.н. А.В. Юрковская</i>)	1999-2002 гг.
	Государственная стипендия Президента РФ (<i>д.м.н. А.Ю. Летягин</i>)	2000-2001 гг.
	Стипендия им. Е. Завойского (<i>Т.Н.Макаров, А.Г. Голошевский</i>)	2000 г.
Стипендии Сороса (<i>студентам НГУ Макарову Т.Н., Федину М.В., аспирантке Лебедевой Н.В.</i>)	2000 г.	
Студенческая конференция НГУ (<i>2-е место - Т.В. Макаров, Д.И. Потапенко 3-е место – М.В. Федин</i>)	2000 г.	
Стипендия фонда Сороса (<i>аспирант К.Л. Иванов</i>)	2000-01 гг.	

	<p>Именной грант приглашенного профессора Вейцмановского института науки (Н.Н. Лукзен)</p> <p>Конференция «Студент и научно-технический прогресс» (1-е место - К.Л. Иванов)</p> <p>V Международная экологическая студенческая конференция «Экология России и сопредельных территорий. Экологический катализ». Новосибирск (1-е место – А.В. Матвеев)</p> <p>Стипендия Международного Благотворительного Научного Фонда им. К.И. Замараева (А.В. Матвеев)</p> <p>Лауреат благотворительного фонда содействия отечественной науки в номинации «Молодые доктора наук» (Е.Г. Багрянская)</p> <p>Студенческая конференция НГУ (1-е место - студент ФЕН Д.И. Потапенко; 2-е - студентка ФЕН О.А. Курнышева)</p> <p>Конкурс индивидуальных грантов-стипендий проекта «Молодые ученые России» (Е.В. Третьяков)</p> <p>Медаль, диплом и премия Европейской академии для молодых учёных России (Е.В. Третьяков)</p> <p>Лауреат Фонда поддержки отечественной науки среди молодых докторов наук (д.ф.-м.н. Е.Г. Багрянская)</p> <p>Стипендия немецкого научного фонда на 3 месяца Свободный университете Берлина (аспирант НГУ, м.н.с. МТЦ СО РАН О.А. Курнышева)</p> <p>Стипендия Международного благотворительного научного фонда им. К.И. Замараева (О.А. Курнышева, А.А. Лысова)</p> <p>Стипендия им. Г.К. Борескова (А.В. Матвеев)</p> <p>Стипендия ИНТАС для молодых ученых (О.Б. Морозова)</p>	<p>2000 г.</p> <p>2000 г.</p> <p>Октябрь 2000 г</p> <p>2000 г.</p> <p>2001 г.</p> <p>2001 г.</p> <p>2002 г.</p>
Международные связи		
Научное сотрудничество (командировки, стажировки)	<p>Тохоку университет (Япония), в качестве профессора Японского фонда содействия науки (JSPS) (Н.Н.Лукзен)</p> <p>Университет Северной Каролины, проведение экспериментов на установке по ЭПР с временным разрешением. Университет Бостона, семинар лаборатории проф. Х. ван Виллигена. Колумбийский университет, семинар лаборатории проф. Н. Турро. США (доклады - Е.Г. Багрянская)</p> <p>Программа фонда им. Гумбольдта в Свободном университете Берлина (Германия) (стажировка - А.В. Юрковская)</p> <p>Центр ядерных исследований Гренобля (Франция), лаборатория профессора Поля Рэ (стажировка - И.В. Коробков)</p> <p>Проект ИНТАС, Германия (О.Б. Морозова)</p> <p>Проект ИНТАС, Великобритания (Ю.П. Центалович)</p> <p>Цюрихский университет (Швейцария) (Е.Г. Багрянская)</p>	<p>Май-июнь 1997 г.</p> <p>1997 г.</p> <p>1997, 1998, 1999, фев.-апр. 2002 г.</p> <p>1997</p> <p>Март-апр.1998, сентябрь 1999 г.</p> <p>Май-июнь 1998 г</p> <p>Июль 1998 г., февраль 1999 г.</p>

Эксперименты на установке по изучению ХПЯ в слабых магнитных полях, Германия (<i>О.Б. Морозова</i>)	Июль-сентябрь 1998 г.
Университет Нью-Брунсуик (Канада), совместные работы - быстрые методы МРТ (<i>стипендия НАТО И.В. Мاستихин, стажировка 1,5 года</i>)	1998 г.
Проект ИНТАС, Оксфорд (Великобритания) (<i>О.Б. Морозова</i>)	Янв.-фев. 1999 г.
Проект Королевского научного общества, Оксфорд (Великобритания) (<i>А.В. Юрковская</i>)	Апрель 1999 г., янв.-фев. 2000 г.
Утрехт (Голландия), выступление с научным докладом, обсуждение планов совместной работы с проф. Р. Каптейном (<i>А.В. Юрковская</i>)	Апрель 1999 г.
Проект ИНТАС, Свободный университет Берлина (Германия) (<i>А.В. Юрковская</i>)	Авг.-сент. 1999, 2000, 2001 гг.
Проект Королевского научного общества, Оксфорд (Великобритания) (<i>Ю.П. Центалович</i>)	Ноябрь-декабрь 1999 г.
Университет Нью-Брунсуик (Канада), работы в области быстрых методов МРТ (<i>И.В. Мастихин, продолжается стажировка</i>)	1999 г.
Проект Национального научного фонда, Университет Северной Каролины (США) (<i>Ю.П. Центалович;</i> <i>А.В. Юрковская</i>)	Фев.-март 2000 г Сен.-нояб. 2000 г
Грант приглашенного профессора (Михаэль профессор) в Институте науки им. Вейцмана, Реховот (Израиль) (<i>Н.Н. Лукзен</i>)	февраль-июнь 2000 г.
Грант CRDF, Университет Северной Каролины (США) (<i>Ю.П. Центалович;</i> <i>А.В. Юрковская</i>)	апр.-май 2001 г. нояб.-дек. 2001 г
Институте биохимии и биофизики, Варшава (Польша), совместные работы (<i>А.В. Юрковская</i>)	октябрь 2001 г.
Грант НАТО (PST.CLG 975244), совместные научные исследования, США (<i>И.В. Коптюг</i>)	январь 2001 г.
Институт науки им. Вейцмана, Реховот (Израиль), совместные работы (<i>К.Л. Иванов</i>)	май-июль 2001 г.
Фирма Bruker Medical, Этлингген (Германия), проект в области программного обеспечения МР-томографии (<i>А.А. Савелов</i>)	август-сентябрь 2001 г.
Япония, совместные научные работы (<i>В.Р. Горелик</i>)	2002 г.
Высшая техническая школа Цюриха (Швейцария), совместные научные работы (<i>М.В. Федин</i>)	2002 г.
Грант Немецкого исследовательского фонда в Свободном университете Берлина, совместные исследования (<i>Ю.П. Центалович</i>)	Январь-февраль 2002 г.
Свободный университет Берлина (Германия) стипендия ИНТАС для молодых ученых (<i>О.А. Курнышева;</i> <i>О.Б. Морозова</i>)	Март-май 2002 г. Апр.-июль 2002г
Свободный университет Берлина (Германия), работа по гранту CRDF и гранту РФФИ 02-03-32765 (<i>А.В. Юрковская</i>)	Май-июль 2002 г.
Университет Пьера и Марии Кюри, Париж (Франция) (<i>И.В. Коптюг</i>)	Ноябрь 2002 г.

	<p>Международная школа по гетерогенному катализу и тонкому органическому синтезу. Финляндия (А.А. Лысова)</p> <p>Теоретическое исследование полевой зависимости ХПЯ в реакциях аминокислот. Берлин (Германия) (К.Л. Иванов)</p> <p>Shizuoka University, Shizuoka (Japan) «Application of integral encounter theory to account for the spin effects in radical reactions. Photochemical generation and spin selective recombination of radical ions» (приглашенный доклад - Е.В. Горелик)</p>	<p>Июнь 2002 г.</p> <p>Май-июль, нояб.-дек. 2002 г</p> <p>Октябрь 2002 г.</p>
Приём иностранных учёных	<p>Визит студентки из США Талии Янг (Talia Young), знакомство с МТЦ СО РАН, обсуждения планов сотрудничества (2 недели)</p> <p>Визит профессора Оксфордского университета Майкла Бэйкера (Michael Baker), выступление на семинаре, обсуждение возможных совместных работ (1 неделя)</p> <p>Рабочий визит профессора Поля Рэ (Paul Rey) из Центра ядерных исследований Гренобля (Франция), обсуждение планов совместных исследований в рамках проекта ИНТАС 94-3508 (1 неделя)</p> <p>Визит научного сотрудника Тохоку университета Киминори Маеда (Dr. Kiminori Maeda), совместная научная работа</p> <p>Визит профессора Е. Фукушимы (E. Fukushima) и д-ра Д. Сеймура (D. Seymour) из Лаборатории магнитного резонанса Нью-Мексико, США, семинар МТЦ СО РАН, доклад</p> <p>Визит профессора Е. Фукушимы (E. Fukushima) и д-ра С. Альтобелли (S. Altobelli) из Лаборатории магнитного резонанса Нью-Мексико, (США), совместные исследования, грант НАТО (2 недели)</p> <p>Визит профессора Б. Блюмиха (B. Bluemich, RWTH Aachen), д-ра М. Рапкина и д-ра М. Брудера (M. Bruder, Intech Thuringen GmbH) (Германия), обсуждение планов сотрудничества</p> <p>Визит профессора, доктора Мартина Баумгартена (Институт полимерных исследований, Майнц, Германия), обсуждение совместных исследований</p> <p>Визит проф. Ж. Фриссара и доктора Ж.-Л. Бонарде (Университет Пьера и Марии Кюри), совместные исследования</p> <p>Визит проф. Малкольма Форбса (Университет Северной Каролины, Чапел Хиле, США), обсуждение совместных работ, грант CRDF, участие в работе VI международной конференции В.В. Воеводского «Физика и химия элементарных химических процессов», июль 21-25, 2002, Новосибирск, Россия</p> <p>Визит д-ра Питера Хора (Оксфордский университет, Великобритания), обсуждение совместных работ, грант ИНТАС 02-2126, участие в работе VI международной конференции памяти В.В. Воеводского.</p> <p>Визит проф. Жака Фриссара (Jacques Fraissard), (Университет Пьера и Марии Кюри, Париж, Франция), совместные исследования</p>	<p>Июль 1997 г.</p> <p>Сентябрь 1997 г.</p> <p>Сентябрь 1997 г.</p> <p>Март-июль 1998 г.</p> <p>Сентябрь 1998 г.</p> <p>Август 1999 г.</p> <p>Ноябрь 2000 г.</p> <p>Июнь 2001 г.</p> <p>Сентябрь 2001 г.</p> <p>Июль 2002 г</p> <p>Июль 2002 г.</p> <p>Октябрь 2002 г.</p>
Подготовка кадров (учебно-педагогическая деятельность)	<p>Специализация «Магнитные явления в химии», кафедра общей химии НГУ</p> <p>В МТЦ проводятся лабораторные занятия по ЭПР спектроскопии (4 курс ФФ НГУ)</p>	<p>1997 г.</p>

	<p>Спецкурс «Медицинская МР-томография» (медико-биологическое отделение ФЕН НГУ) «Компьютерная (МР) томография» (для врачей-специалистов по МРТ)</p> <p>Курсы усовершенствования врачей (проучилось: 6 чел.)</p>	
	<p>Спецкурс «Теоретические основы спиновой химии» (ФЕН НГУ)</p> <p>Спецкурс «Медицинская МР-томография»</p> <p>Курсы усовершенствования врачей (проучилось: 1 чел.)</p>	1998 г.
	<p>Учебно-научный центр «Магнитные явления в химии» (НГУ)</p> <p>Спецкурс «Теоретические основы спиновой химии» (ФЕН НГУ)</p> <p>Спецкурс «Медицинская МР-томография»</p> <p>Курсы усовершенствования врачей (проучилось: 1 чел.)</p>	1999 г.
	<p>Спецкурс «Квантовая кинетика» ФФ НГУ (кафедра химической физики)</p> <p>Спецкурс «Медицинская МР-томография»</p> <p>Курсы усовершенствования врачей (проучилось: 1 чел.)</p>	2000 г.
	<p>Спецкурс «Квантовая кинетика» ФФ НГУ</p> <p>Курс «Компьютерная анатомия» (медико-биологическое отделение ФЕН НГУ, отделение медицинская биология, кафедра физиологии)</p> <p>Научно-практические семинары для врачей: «Клиническое применение МР-томографии», ЦКБ СО РАН и другие лечебные учреждения Советского района Новосибирска (проф., д.м.н. А.Ю. Летягин) «МР-томография применительно к неврологической патологии: преимущества, новые возможности», неврологические отделения больниц Новосибирска и Новосибирской области (к.м.н. В.П. Курбатов) «Возможности МРТ для диагностики онкологических заболеваний», онкологич. отделения МКБ-1 и ООД (к.м.н. А.М. Коростышевская)</p>	2001 г.
	<p>«Компьютерная анатомия» (ФЕН НГУ, лекции и практика) «Квантовая кинетика» (ФФ НГУ) Семинары и практика по курсу общей химии (ФЕН НГУ, В.И. Овчаренко)</p> <p>Курс «Радиологическая диагностика» (лекции и практика, Факультет усовершенствования врачей Новосибирской государственной медицинской академии)</p> <p>Научно-практические семинары для врачей: «Клиническое применение МР-томографии» (проф., д.м.н. А.Ю. Летягин) «МР-томография применительно к неврологической патологии: преимущества, новые возможности» (к.м.н. В.П. Курбатов) «Возможности МРТ для диагностики онкологических заболеваний» (к.м.н. А.М. Коростышевская)</p>	2002 г.
Гранты, полученные и продолжающиеся		
Международные	Фонд Сороса: для МТЦ СО РАН индивидуальные (4 человека)	1993 г.
Российские	РФФИ: 93-03-18593 (Р.З. Сагдеев - на 3 года) 93-03-5339 (В.И. Овчаренко - на 2 года)	

СО РАН	93-03-18533 (В.А. Резников - на 1 год) Президиума СО РАН поддержки международных научных проектов с участием институтов СОРАН: «Химический дизайн молекулярных ферромагнетиков» (В.И. Овчаренко на 1 год) «Химическая динамика молекул с ограниченной подвижностью...» (Р.З. Сагдеев на 1 год) «Создание новой группы контрастных реагентов» (А.В. Подоплелов на 1 год)	
Международные Российские СО РАН	Фонд Сороса: RA 5000 (Е.Г. Багрянская на 2 года) (NA-4000 (Р.З. Сагдеев на 2 года) Travel Grant на конференцию в США (индивид. - В.И. Овчаренко) СHE90-14817, Американского национального научного фонда (N. Turro - Р.З. Сагдеев - А.Л. Бучаченко) РФФИ: 93-03-18593, 93-03-5339 (продолжаются); на участие в конференции (А.В. Юрковская, Ю.П. Центалович) Министерства науки и технической политики РФ «Молекулярный ферромагнетик» (В.И. Овчаренко на 2 года) Госкомвуз – 94-9.5-111 Президиума СО РАН поддержки международных научных проектов с участием институтов СО РАН: «Химическому дизайн молекулярных ферромагнет.» (продолжается); по спиновой химии (Е.Г. Багрянская)	1994 г.
Международные Российские СО РАН	Фонд Сороса: RA 5300 (Е.Г. Багрянская) JJD100 (А.В. Юрковская на 1 год) NR 4300 (Р.З. Сагдеев) INTAS 93-1626 (Е.Г. Багрянская на 2 года) 94-3508 (В.И. Овчаренко на 1 год Зарубежные партнеры: а) Центр ядерных исследований Гренобля (Франция); б) Институт материаловедения Барселоны (Испания) Министерства иностранных дел Франции – поддержка научных командировок РФФИ. 93-03-18593 (продолжается) Министерства науки и технической политики РФ: на создание экспериментального комплекса (Сагдеев Р.З. на 1 год); на проект по молекулярному ферромагнетику (Овчаренко В.И.) Президиума СО РАН. Поддержка международных научных проектов с участием институтов СО РАН Спиновая химия (Е.Г. Багрянская) Молекулярное конструирование гетероспиновых систем (В.И. Овчаренко) На инициативный проект по молекулярному магнетику (В.И. Овчаренко на 1 год)	1995 г.
Российские	РФФИ: 96-03-33982 (А.В. Юрковская на 2 года) 96-03-32229 (В.И. Овчаренко на 3 года)	1996 г.

	<p>96-03-32930 (<i>Р.З. Сагдеев на 3 года</i>) 96-02-19329 (<i>на 2 года</i>) Министерства науки и технической политики РФ: 96141 "Флеш"</p>	
Международные	<p>ИНТАС 93-1626-ЕХТ, 94-3508 (<i>продолжаются</i>) 96-1269. (<i>А.В. Юрковская, Зарубежные партнеры: Свободный университет Берлина, Германия; Оксфордский Университет, Великобритания</i>)</p> <p>Совместная работа с лабораторией проф. Т. Азуми (Университет Тохоку, Япония) по исследованию кросс-релаксации методом ДПЯ и исследованию мицеллизованных радикальных пар методов СПЯ.</p> <p>Проект Национального научного фонда США: СНЕ-9522007 (<i>Зарубежный партнер - университет Северной Каролины, США</i>)</p> <p>Проект МИД Франции для поддержки обмена молодыми специалистами. (<i>В.И. Овчаренко, Зарубежный партнер - Центр ядерных исследований Гренобля, Франция</i>)</p>	1997 г.
Российские	<p>РФФИ: 96-03-32930, 96-03-33982, 96-03-32229 (<i>продолжаются</i>) 96-15-97442 - поддержка научных школ (<i>Р.З. Сагдеев</i>) 97-03-32588 (<i>Е.Г. Багрянская</i>)</p> <p>Министерства образования: 95-0-93-25 (<i>Е.Г. Багрянская</i>)</p> <p>Министерства науки и технологий РФ: в рамках Федеральной научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» (<i>А.В. Юрковская</i>); «Низкотемпературные молекулярные ферромагнетики» (<i>В.И. Овчаренко</i>) ФЦП «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 гг.» (<i>Р.З. Сагдеев, координатор - В.И. Овчаренко, совместно с НГУ</i>)</p>	
СО РАН	<p>Поддержка интеграционных проектов–5: (1 – <i>Р.З. Сагдеев</i>, 1- <i>Е.Г. Багрянска.</i>, 1 – <i>И.В. Коптюг</i>, 2 – <i>В.И. Овчаренко</i>)</p>	
Международные	<p>ИНТАС 93-1626-ЕХТ, 96-1269, 94-3508 (<i>продолжаются</i>)</p> <p>Грант Королевского Научного Общества Великобритании по теме "Magnetic resonance, optical and theoretical studies of consecutive biradicals and radical pairs" (<i>Р.З. Сагдеев</i>)</p>	1998 г.
Российские	<p>РФФИ: 96-03-32930, 96-03-32229, 96-15-97442, 97-03-32588 (<i>продолжаются</i>) 98-03-33180а (<i>Н.Н. Луксен</i>)</p> <p>Министерства науки и технологий РФ: Федеральная НТП «Исследования и разработки...» (<i>продолжается</i>)</p> <p>ФЦП «Государственная поддержка интеграции высш. обр...» (<i>продолжается</i>)</p>	
СО РАН	<p>Поддержка научных проектов молодых ученых – 2 (<i>И.В. Коптюг, А.Б. Бурдуков</i>)</p>	

Международные	<p>ИНТАС 96-1269 <i>(продолжается)</i> YSC99-223 дополнительно к проекту 96-1269 для молодого ученого на международную конференцию <i>(к.х.н. О.Б. Морозова)</i></p> <p>Грант Королевского Научного Общества Великобритании <i>(продолжается)</i></p> <p>NATO PST.CLG 975244 (collaborative linkage grant). <i>(с Российской стороны - И.В. Коптюг)</i></p>	1999 г.
Российские	<p>РФФИ: 96-15-97442, 98-03-33180а <i>(продолжаются)</i> 99-03-33488 «Исследование спиновой динамики и химической кинетики короткоживущих радикальных частиц в гомогенных и молекулярно-организованных средах» <i>(Р.З. Сагдеев)</i> 99-03-32459 «Разработка и применение новых методов исследования влияния переменных магнитных полей на протекание, спиновую поляризацию и выход продуктов фотохимических радикальных реакций» <i>(Е.Г. Багрянская)</i> 99-15-96043, поддержка исследований молодых докт. наук Президентом РФ <i>(Е.Г. Багрянская)</i> 99-04-49879 «Экспериментальное и теоретическое исследование пространственной структуры и процесса ренатурации белковых молекул» <i>(Ю.П. Центалович)</i> 99-03-32735 <i>(А.В. Юрковская)</i> 99-15-96053, поддержка исследований молодых докт. наук Президентом РФ <i>(А.В. Юрковская)</i> 99-03-32314а «Исследование процессов массопереноса в пористых средах методом ЯМР-томографии и математического моделирования» <i>(И.В. Коптюг)</i></p> <p>Миннауки: «Современные аспекты спиновой химии» Министерство науки и технологий РФ: «Важнейшие народнохозяйственные программы и проекты (гос. заказ)» Проект «Низкотемпературные молекулярные ферромагнетики» <i>(В.И. Овчаренко)</i> ФЦП «Государственная поддержка интеграции высш. школы России и Российской Академии наук» <i>(продолжается)</i></p>	
СО РАН	<p>Поддержка научных проектов молодых ученых – 2 <i>(И.В. Коптюг, А.Б. Бурдуков)</i></p> <p>Интеграционные гранты Президиума СО РАН №46 <i>(В.Н. Пармон, соисполнитель со стороны МТЦ СО РАН - И.В. Коптюг)</i> ИГ 97-35 <i>(Р.З. Сагдеев)</i></p>	
Международные	<p>INTAS: 96-1269 <i>(продолжается)</i> 99-1766 «Экспериментальное и теоретическое изучение влияния слабых постоянных и переменных магнитных полей на химические радикальные реакции» <i>(Е.Г. Багрянская)</i></p> <p>Грант Королевского Научного Общества Великобритании <i>(продолжается)</i></p> <p>CRDF RC2-2208 «Применение методов время-разрешенного магнитного резонанса и импульсной оптической спектроскопии к проблемам фотобиологии» <i>(М.Д.Е. Форбс (США) и Р.З. Сагдеев)</i></p> <p>Проект NSF #СНЕ-9522007 «Исследование короткоживущих последовательных бирадикалов и электронно-ядерных переходов в</p>	2000 г.

	<p>слабых магнитных полях в реакциях с участием радикалов с большими константами СТВ. Грант NATO PST.CLG 975244 (collaborative linkage grant). <i>(И.В. Коптюг. Зарубежный партнер - проф. М.Д.Е. Форбс, Университет Северной Каролины, США)</i></p> <p>Грант международной научной школы “Karyn Kupcinec” (Институт науки им. Вейцмана, Израиль)</p> <p>Именной профессорский грант (Михаэль профессор) Института науки им. Вейцмана, Израиль <i>(Н.Н. Лукзен)</i></p> <p>CRDF (REC-008), совместно с НГУ</p> <p>Российские</p> <p>РФФИ: 99-03-33488, 99-03-32459, 99-15-96043, 99-04-49879, 99-03-32735, 99-03-32314а <i>(продолжаются)</i> 00-03-42559, грант для поездки на международную конференцию <i>(Е.Г. Багрянская)</i> 00-15-97450, поддержка научных школ <i>(Р.З. Сагдеев)</i> 00-03-42914, грант для поездки на международную конференцию <i>(И.В. Коптюг)</i> 00-03-32987 «Новые типы гетероспиновых систем» <i>(В.И. Овчаренко)</i> 00-03-42813, грант для поездки на международную конференцию <i>(В.И. Овчаренко)</i> 00-03-04006 <i>(грант для проведения совместных исследований с Немецким научно-исследовательским обществом)</i></p> <p>ФЦП «Государственная поддержка интеграции высш. школы России и Российской Академии наук» <i>(продолжается)</i></p> <p>СО РАН</p> <p>Молодежный грант СО РАН «Исследование пространственной структуры биологических молекул с помощью “меток ХПЯ» <i>(О.Б. Морозова)</i></p> <p>Интеграционные гранты Президиума СО РАН: №65 «Моделирование фундаментальных генетических процессов и систем» № 46 <i>(продолжается)</i> ИГ <i>(Р.З. Сагдеев, совместно с ИХКиГ, ИНХ и НИОХ)</i></p>	
<p>Международные</p> <p>Российские</p>	<p>INTAS: 99-1766. <i>(продолжается)</i>; YSC-01-4286, на поездку в США на конференцию молодых ученых <i>(М.В. Федин)</i></p> <p>CRDF: RC2-2208 <i>(продолжается)</i> REC-008 «Молекулярный дизайн экологически безопасных технологий» <i>(руководитель научной компоненты В.И. Овчаренко)</i></p> <p>NATO PST.CLG 975244 <i>(продолжается)</i></p> <p>ФЦП «Государственная поддержка интеграции высш. школы России и Российской Академии наук» <i>(продолжается)</i></p> <p>Минобразования E00-50-80 «Разработка принципов химического дизайна молекулярных магнетиков» <i>(В.И. Овчаренко)</i></p> <p>РФФИ 99-03-33488, 99-03-32459, 99-04-49879, 00-15-97450, 99-03-32314а, 00-03-32987, 00-03-42813 <i>(продолжаются)</i> 99-04-49921 –а “Детектирование свободных радикалов in vitro и in vivo методом ЯМР” совместно с ИХКГ <i>(В.В. Храпцов)</i></p>	<p>2001 г.</p>

СО РАН	<p>02-03-42840-з (<i>И.В. Коптюг</i>)</p> <p>РФФИ-ННИО 00-03-04006 (<i>В.И. Овчаренко</i>) Минобразования Е00-50-80 (<i>В.И. Овчаренко</i>) ФЦП «Интеграция» (<i>государственный контракт Д-0213; грант для поездки на международную конференцию, А.А. Лысова</i>) Гранты комиссии РАН по работе с молодежью: №150 конкурса-экспертизы № 6, 1999, (<i>И.В. Коптюг</i>) № 151 6-го конкурса-экспертизы, 1999, (<i>В.А. Морозов</i>)</p> <p>Лаврентьевский конкурс молодежных проектов ННЦ СО РАН (<i>Е.В. Третьяков</i>) Интеграционные гранты Президиума СО РАН: № 12, № 46, № 59, № 65 (<i>продолжаются</i>) Конкурс проектов молодых учёных, посвященный 45-летию СО РАН (<i>А.В. Матвеев</i>)</p>	
--------	--	--