



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ИМ. И.В. ТАНАНАЕВА

**АКАДЕМИК
ВЛАДИМИР ТРОФИМОВИЧ
КАЛИННИКОВ**

*Редактор
член-корреспондент Российской академии наук
Николаев Анатолий Иванович*

Москва
2021

ББК 84
УДК 82-4

Редактор — член-корреспондент Российской академии наук
Николаев Анатолий Иванович
Составитель — кандидат технических наук
Васильева Татьяна Николаевна

Академик Владимир Трофимович Калининков.

Очерк о научной, научно-организационной, педагогической и общественной деятельности академика Владимира Трофимовича Калининкова. — М.: РАН, 2021. — 56 с.

ISBN 978-5-907366-08-7

1978-5-907366-08-7

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук», 2021

© Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», 2021

**Академик
Владимир Трофимович Калининков**



Академик Владимир Трофимович Калининков известен как крупный ученый в области теоретической и экспериментальной магнетохимии, химии и технологии магнитных материалов, материалов для квантовой электроники и оптики, функциональных материалов, в том числе наноматериалов, химической технологии комплексного минерального сырья; основатель научной школы изучения фундаментальных основ создания новых материалов с улучшенным комплексом физико-механических характеристик на основе редкометалльного сырья Кольского полуострова.

В.Т. Калининков автор более 960 научных работ и изобретений, в том числе 15 монографий, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники (2000), премии Правительства РФ (1997) и премий Российской академии наук им. Н.С. Курнакова (1988), им. Л.А. Чугаева (2000) и им. В.А. Коптюга (2008), главной премии МАИК (2008), награжден Золотой медалью им. П.Л. Капицы (1995), медалью имени С.Т. Кишкина (2006).

Владимир Трофимович Калининков родился 27 ноября 1935 года в г. Москве. В 1953 году поступил на химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. По окончании университета в 1959 году в течение трех лет работал младшим научным сотрудником Института металлургии АН СССР, в 1962 году был принят в очную аспирантуру Московского физико-технического института, в 1965 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук и был оставлен на кафедре химии в должности ассистента, а с 1967 года — доцента. В 1968 году прошел по конкурсу на должность старшего научного сотрудника Института общей и неорганической химии АН СССР, где с 1973 по 1981 год возглавлял лабораторию химии полупроводников. В 1974 году стажировался в двух университетах США: в Университете Северной Каролины (г. Чапел-Хилл) под руководством крупнейшего специалиста в области магнетохимии кластерных соединений профессора Уильяма Е. Хэтфилда и в Пенсильванском Университете (г. Филадельфия) под руководством профессора Рустама Роя — специалиста по материаловедению магнитных материалов. В 1975 году защитил докторскую диссертацию «Магнетохимия обменных кластеров переходных металлов», и в 1979 году ему было присвоено звание профессора по специальности «Неорганическая химия».

С 1981 по 2015 год В.Т. Калининков жил и работал в городе Апатиты Мурманской области. Он возглавлял Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья Кольского филиала Академии наук СССР (ИХТРЭМС КФАН СССР) и за сравнительно короткий период времени превратил его в один из ведущих институтов Российской академии наук по проблемам переработки многокомпонентного минерального сырья.

Отличительной чертой выполненных под его руководством проектов являлся комплексный подход к решению круга теоретических, экспериментальных и прикладных проблем, которые встают перед разработчиками новых материалов по всей технологической цепочке: технология минерального сырья — синтез необходимых соединений — получение на их основе материалов с заданными свойствами (магнитных, сегнетоэлектрических и других) — изучение физико-химических свойств полученных соединений и материалов — выдача рекомендаций по практической реализации научных разработок.

В.Т. Калининковым проведены фундаментальные исследования по магнетохимии неорганических соединений, разработаны эффективные методы контроля свойств полупроводниковых и сегнетоэлектрических материалов, создана современная теоретическая основа материаловедения магнитных полупроводников. Результаты этих работ опубликованы в пяти монографиях, в их числе: «Введение в магнетохимию» (1981), «Процессы упоря-

дочения в сегнетоэлектрических кристаллах и их проявление в спектрах комбинационного рассеяния света» (2001), «Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны» (2003), «Синтез сегнетоэлектрических и люминесцентных сложных оксидов редких элементов» (2009). Выявлен новый перспективный класс соединений с нелинейными свойствами — оксифторниобаты и оксифтортанталаты щелочных, щелочноземельных и переходных элементов, разработаны способы синтеза кристаллов с заданными физико-химическими параметрами.

По инициативе В.Т. Калинникова в городе Апатиты в конце 1980-х годов был построен крупнейший в стране завод по производству материалов электронной техники, на котором были реализованы в промышленных масштабах разработанные в ИХТРЭМС технологии управляемого синтеза монокристаллов ниобатов и танталатов лития, включающие экстракционную очистку ниобия и тантала, синтез шихты, рост монокристаллов, получение пьезопластин и регенерацию отходов. Кроме того, на базе ИХТРЭМС была создана мощная аппаратная база по выращиванию и контролю свойств монокристаллов ниобата лития, что позволило производить монокристаллы оптического качества для различного рода электрооптических, нелинейно-оптических преобразователей, акустооптических и акустоэлектронных приложений и обеспечивать потребности в этих материалах в оборонном и гражданском секторах производства.

Под научным руководством В.Т. Калинникова осуществлялась модернизация технологической базы Кольского горно-металлургического комплекса, обеспечивающая повышение экологической безопасности Евро-Арктического региона и увеличение полноты переработки минерального и техногенного сырья. Для решения приоритетных проблем в этой сфере были разработаны и реализованы в промышленном масштабе технология гидрометаллургической переработки хибинских нефелинов с получением коагулянтов-флокулянтов, аморфного кремнезема и компонентов взрывчатых веществ нового типа; экстракционные технологии получения высокочистого оксида железа из травильных растворов сталепрокатных производств, а также получение электролитической меди из отходов пирометаллургии. Созданы основы гидрометаллургических технологий комплексных руд титана, ниобия, циркония, иттрия и редкоземельных элементов, открывающие возможности освоения уникальных месторождений, необходимых для удовлетворения потребности страны в стратегических металлах. Ряд технологических разработок приобретен и освоен фирмами США, Австрии и Индии. На основе экстракционной технологии на ОАО «Комбинат Североникель» в 1999 году было организовано производство высокочистых солей кобальта. Позднее эти работы были развиты в направлении получения особо чистого кобальта, использование которого в жаропрочных сплавах взамен рядового металла обеспечивает существенное повышение устойчивости изделий к разрушению. Здесь же активно продолжается освоение экологически чистых гидрометаллургических технологий производства меди и никеля и регенерации серной кислоты.

Разработаны технология переработки отходов горнопромышленных производств Северо-Запада России с получением новых, не уступающих

лучшим мировым образцам, сварочных материалов для строительства магистральных нефте- и газопроводов из хладостойких сталей повышенной категории прочности с использованием наноразмерных компонентов сварочных материалов и плавящихся минеральных сплавов, а также комплекс технологических схем переработки бадделеитового концентрата, низкосортных бадделеитовых продуктов и техногенных отходов, объединенных единым инженерным решением, с получением товарного бадделеитового порошка повышенного качества и редкометалльных концентратов со снижением вредных сбросов радионуклидов и сульфатов.

В последние годы В.Т. Калинин уделял большое внимание разработке принципов и методов создания микро- и наноразмерных структур в монокристаллах и композитах на основе редких и цветных металлов для применения в электронной технике, катализе и в качестве сорбентов.

Более тридцати лет В.Т. Калинин посвятил делу развития интеллектуального, культурного и индустриального потенциала Мурманской области, выполняя наряду с исследованиями огромный объем научно-организационной работы. С 1985 года и до конца своей жизни он являлся Председателем Кольского научного центра РАН. Благодаря его энергии и инициативе, направленным на развитие кадрового и инженерно-технического потенциала, в Кольском научном центре были созданы четыре новых института, Инженерный центр порошковой металлургии, Научная база на архипелаге Шпицберген, опытные химические и обогащательные производства, уникальные экспериментальные полигоны для электротехнических и геофизических разработок прикладной направленности.

В.Т. Калинин внес большой вклад в становление трансграничного научно-технического сотрудничества в Баренцевом Евро-Арктическом регионе. Особое значение его деятельность приобрела в годы реформ и модернизации всего хозяйственного уклада страны и ее северных регионов. Его трудами во многом определены пути и перспективы успешного инновационного развития Мурманской области. Он был избран первым председателем Комитета по науке при Совете Баренц-региона (1993–1997), входил в состав Координационного совета по реализации проекта ООН «План действий по развитию региона Баренцева моря» (1996–1998). В 2004 году В.Т. Калинин был назначен председателем Координационного совета Мурманской области по научно-технической и инновационной политике при Правительстве Мурманской области. Благодаря его настойчивости в городе Апатиты в 2003 году возник «Технопарк Апатиты», а в 2004 году — «Кольский центр трансфера технологий», что создало предпосылки для инновационного развития региона.

В.Т. Калинин проявлял большую заботу об укреплении кадрового потенциала региона. При его активном участии созданы первые в Мурманской области диссертационные советы, что способствует подготовке в регионе кадров высшей квалификации. С 1999 года он возглавлял организованный в ИХТРЭМС диссертационный совет по защите кандидатских и докторских диссертаций по техническим наукам по специальностям 05.16.02 — «Металлургия черных, цветных и редких металлов», 05.17.01 — «Технология неорганических веществ». За время действия совета под его руководством

рассмотрены 52 работы на соискание ученой степени кандидата и 6 — на соискание ученой степени доктора наук.

Под руководством В.Т. Калинникова сформировалась Кольская химическая школа изучения фундаментальных основ создания новых материалов с улучшенным комплексом физико-механических характеристик на основе редкометалльного сырья, поддерживаемая с 2000 по 2014 год грантами Правительства и Президента РФ. Ядро школы составляют его ученики, защитившие 35 кандидатских и 7 докторских диссертаций. Школа получила мировое признание, ее представители приглашаются для выполнения совместных исследований в ведущие организации развитых стран, а научный лидер школы В.Т. Калинин был избран в 2000 году действительным членом Российской академии наук.

Педагогическую деятельность В.Т. Калинников начал, будучи еще аспирантом. Затем в течение 16 лет он вел курсы общей химии и ряд спецкурсов в Московском физико-техническом институте, читал лекции по результатам своих исследований в университетах США: Северной Каролины, Пенсильванском, Стэнфорда, Калифорнийском университете в Беркли и Брауновском в Род-Айленде, Массачусетском технологическом институте, в университетах Японии, Швейцарии, Финляндии, Норвегии.

При участии В.Т. Калинникова в городе Апатиты были организованы Кольский филиал Петрозаводского государственного университета (КФ ПетрГУ) и Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета (АФ МГТУ).

С целью привлечения талантливой молодежи к научной работе в системе РАН, наиболее эффективного использования научно-технического потенциала института в 2001 году В.Т. Калинин на базе ИХТРЭМС в АФ МГТУ была основана кафедра химических технологий, преобразованная затем в кафедру химических технологий и строительного материаловедения. Студенты получают серьезную профессиональную подготовку по всему спектру химических дисциплин (аналитической, коллоидной, физической, квантовой химии, электрохимии, кристаллохимии, химической технологии, моделированию технологических процессов, неравновесной термодинамике, физико-химическим основам металлургических процессов, физическим методам исследования вещества и другим). В распоряжении студентов-химиков в АФ МГТУ находятся не только учебные аудитории и специализированные кабинеты кафедры химических технологий, но и современная научная аппаратура исследовательских лабораторий ИХТРЭМС.

В.Т. Калинин являлся членом ученых советов двух университетов города Апатиты, при его участии с 2004 года в АФ МГТУ началась подготовка студентов по специальности «Промышленное и гражданское строительство». В 2005 году В.Т. Калинин возглавил кафедру химии в Кольском филиале Петрозаводского государственного университета. Ежегодно под научным кураторством В.Т. Калинникова и при его участии проводилась и продолжает работать научная школа для молодых ученых «Научно-практические проблемы в области химии и химических технологий», создан научно-образовательный центр «Функциональные материалы».

В 2001 году академик В.Т. Калинин вошел в состав Президиума Российской академии наук и был назначен заместителем председателя Совета по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН.

В.Т. Калинин являлся членом Бюро Отделения химии и наук о материалах РАН, Совета директоров институтов РАН, главным редактором журнала «Координационная химия», членом редколлегии журналов «Журнал неорганической химии», «Химическая технология», «Перспективные материалы», «Ресурсы, технология, экономика», членом совета учебно-методического объединения университетов России по классическому химическому образованию, входил в состав Научных советов РАН по металлургии и материаловедению, по наноматериалам, по химической технологии.

Достижения В.Т. Калиникова в развитии российской науки и технологического потенциала страны отмечены государственными наградами Российской Федерации — орденами Почета (1995), Дружбы (1999), «За заслуги перед Отечеством» IV степени (2007), он удостоен звания «Заслуженный деятель науки РСФСР» (1986). В 2005 году ему было присвоено звание «Почетный гражданин города Апатиты», в 2008 году — «Почетный гражданин Мурманской области». Все это — не только высокая оценка его многогранной и плодотворной деятельности, научных достижений созданной им научной школы, но и признание важной роли возглавляемого В.Т. Калинин-вым Кольского научного центра в развитии фундаментальной науки, производительных сил Северо-Западного региона, укреплении международного научного сотрудничества с сопредельными государствами и в подготовке научных кадров высшей квалификации.

Скончался Владимир Трофимович 11 января 2015 года. Похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве.

Основные результаты научной деятельности академика В.Т. Калининкова

Магнетохимия неорганических соединений

Среди работ В.Т. Калининкова особое значение имеют фундаментальные исследования по магнетохимии неорганических соединений и базирующиеся на них методологические разработки, обеспечивающие расширение областей применения в неорганической химии и материаловедческих исследованиях магнетохимического метода контроля свойств полупроводниковых и сегнетоэлектрических материалов.

Им разработана современная теоретическая основа создания магнитных диэлектриков и полупроводников на основе кристаллических и стеклообразных оксидов и халькогенидов. Выполнен комплекс исследований, посвященных изучению диаграмм состояний систем, включающих соединения со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита и перовскита; магнитных полупроводников на основе халькохромитных шпинелей типа $A^{II}Cr_2X_4$ ($A^{II} = Cd, Zn, Hg, Cu, Fe$; $X = S, Se$) и стекол (оксидных, халькогенидных, галогенидных, с водородной связью, аморфных металлов и проводников); предложены высокоэффективные способы получения нового класса материалов с целенаправленно варьируемыми свойствами для использования в магнитоуправляемых модуляторах лазерного излучения, монолитных интегральных микроволновых и полупроводниковых схемах на едином кристалле, в устройствах оптической памяти электронной и СВЧ-техники. За эти разработки он был удостоен премии имени Н.С. Курнакова за 1988 год.

Электронное и геометрическое строение координационных соединений в модели углового перекрытия

Существенное влияние на развитие химической науки оказали работы В.Т. Калининкова, посвященные экспериментальным и теоретическим исследованиям комплексов переходных металлов, интерес к которым вызван главным образом тем, что d-оболочки этих металлов обуславливают поразительное разнообразие структур и свойств координационных соединений.

В ходе этих работ, охватывающих десятки классов моно- и полиядерных комплексов с моно- и полидентатными лигандами различных типов, выявлен ряд новых малоизученных явлений. Для достижения максимальной информативности и достоверности результатов было необходимо не только охватить широкие классы специально подобранных объектов и комплексно использовать современные физические методы (определение статической магнитной восприимчивости в широком интервале температур, электронный парамагнитный резонанс, в том числе в растворах и в магнитно-разбав-

ленных монокристаллах, электронную спектроскопию, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы и т.д.), но и создать теоретические модели, которые не только правильно описывают исследуемый класс явлений, но и обладают предсказательной способностью.

В результате на основе принципов квантовой химии и вариационной теории возмущений была разработана обобщенная модель углового перекрытия, позволяющая на основе простых аналитических формул и ограниченного числа калибровочных констант рассчитать электронное строение, оптические, магнитные, магнитно-резонансные и термодинамические свойства изолированных и обменно-связанных ионов переходных металлов в комплексах и неорганических кристаллах.

Разработанный метод открывает возможности для качественной селекции материалов с заданными ферромагнитными, оптическими и ферментационными (каталитическими) свойствами. Прогнозные оценки свойств координационных металлоорганических соединений обеспечивают рациональную стратегию синтеза новых материалов для производства устройств магнитной памяти ЭВМ, оптоэлектроники, ферментов и других биомедицинских препаратов.

Основное содержание работы по этой тематике опубликовано более чем в 30 оригинальных статьях и обобщено в совместных с д. х. н. Ю.В. Ракиным монографиях «Современная магнетохимия» (1994) и «Модель углового перекрытия в теории строения соединений переходных металлов» (2000). За данный цикл работ авторы были удостоены в 2000 году премии РАН имени Л.А. Чугаева.

Материалы электронной техники на основе редких металлов

Электронная техника составляет базу научно-технического прогресса. Успехи электроники очевидны в развитии всех отраслей промышленности и в значительной степени обусловлены достижениями в конструировании новых неорганических полупроводниковых и диэлектрических материалов. При этом диэлектрические материалы, в частности, сегнетоэлектрические монокристаллы и керамика в первую очередь формируют все новейшие направления электронной техники.

Среди разнообразных материалов, обладающих сегнетоэлектрическими свойствами, существенную роль играют кристаллы оксидных и фторидных соединений ниобия и тантала, разрабатываемые в лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС, которой много лет руководил В.Т. Калинин. Наиболее продвинутыми в этом отношении являются технологические разработки и исследования физических характеристик монокристаллов ниобата и танталата лития, завершившиеся строительством в городе Апатиты предприятия по росту монокристаллов. Основная часть продукции этого предприятия была ориентирована на рынок акустоэлектроники.

Если XX век был веком технологий, основанных на процессах переноса электрического заряда, то XXI век, несомненно, будет веком оптических информационных технологий. В связи с этим огромную важность приобретает уяснение принципов формирования свойств монокристаллических оптических сред как твердых тел с дефектами.

Исследованиями В.Т. Калинникова вместе с сотрудниками его лаборатории впервые показано, что улучшить физические параметры кислородно-полиэдрических сегнетоэлектриков, в частности монокристаллов ниобата и танталата лития, калия и других, можно, повысив степень структурного упорядочения катионной подрешетки, определяющую их нелинейно-оптические свойства, путем легирования малыми концентрациями катионов, имеющих заряды, промежуточные между зарядами основных катионов. Явление структурного упорядочения в монокристаллах со структурой псевдоильменита и возникновение в них упорядоченных подрешеток дефектов при определенных малых концентрациях легирующих компонентов были обнаружены впервые.

Еще одним направлением создания новых электронных материалов, развитым В.Т. Калинниковым, является синтез и исследование сегнетоэлектрических керамических твердых растворов на основе ниобатов и танталатов щелочных металлов.

При проведении синтеза как индивидуальных соединений, так и твердых растворов ниобатов, танталатов щелочных металлов В.Т. Калинниковым с сотрудниками установлен многостадийный характер взаимодействия компонентов. Показано, что при синтезе твердых растворов с повышенным содержанием ниобия твердофазное взаимодействие носит сложный характер и приводит к образованию значительного количества фаз, в которых отношение щелочного металла к ниобию или танталу не равно единице. Это сопровождается возрастанием роли медленных диффузионных процессов при формировании структуры такого однородного твердого раствора. Установлен концентрационный диапазон существования фаз со структурой перовскита и псевдоильменита.

При исследовании концентрационных зависимостей диэлектрических свойств твердых растворов со структурой псевдоильменита сделано предположение, что их немонотонный характер обусловлен изменением степени дальнего и ближнего порядка при замещении в катионной подрешетке и дефектами, связанными с нарушением чередования катионов Li^+ и Nb^{5+} (Ta^{5+}) вдоль полярной оси.

Еще одной успешно решаемой в ИХТРЭМС под руководством В.Т. Калинникова задачей является исследование соединений с нелинейно-оптическими свойствами — оксифторониобатов щелочных и переходных металлов, относящихся к числу наиболее перспективных материалов электронной техники. Привлекательной стороной таких фторидных материалов являются удачное сочетание хороших сегнетоэлектрических и нелинейных характеристик и большая прозрачность в УФ-области спектра.

Характерной особенностью многих комплексных фторидов и оксифторидов ниобия и тантала является образование ими centrosимметричных, не обладающих сегнетоэлектричеством кристаллических структур из нецент-

росимметричных полиэдров, характеризующихся статическим ориентационным беспорядком в расположении полярных фрагментов структуры. Для получения нецентросимметричных кристаллических фторидных структур подобного типа, интересных с позиций сегнетоэлектричества, В.Т. Калининковым была выдвинута идея о том, что в соседних цепях октаэдров необходимо существенно уменьшить взаимное электростатическое влияние ионов ниобия друг на друга, например, внедрением между оксофторониобатными цепями экранирующих достаточно крупных изолированных ионных комплексов, имеющих отрицательный заряд. Руководствуясь этой идеей, в результате исследования комплексообразования ниобия в растворах фтористоводородной кислоты впервые были созданы новые молекулярно-ионные сегнетоэлектрические кристаллы с общей формулой $M_5Nb_3OF_{18}$ ($M = NH_4, K, Rb$).

Структура и свойства этих кристаллов были подробно исследованы методами рентгеноструктурного, дифференциально-термического анализа, генерации второй гармоники, колебательной спектроскопии (КРС и ИК) и оптическими методами. Подробно исследована термическая устойчивость этих материалов на воздухе и в различных инертных средах. Как оказалось, кристаллы $M_5Nb_3OF_{18}$ принадлежат к классу новых сегнетоэлектриков с общей формулой $Pb_5M_3X_{19}$ ($M = Al, Ti, V, Cr, Fe, Gd, W$ и др.; $X = O, F$). Очевидность существования этого класса соединений определилась только в последние годы после проведения тщательных исследований серии этих кристаллов в Лаборатории химии Исследовательского центра Университета г. Бордо (Франция).

Соединения этого типа в настоящее время являются пока единственными среди оксифторидов ниобия и тантала примерами нецентросимметричных структур, содержащих изолированные комплексы и бесконечные цепи оксофторониобатных октаэдров. Дальнейшее исследование этих новых сегнетоэлектрических материалов представляет несомненный интерес.

В последние годы жизни под руководством В.Т. Калининкова развивались работы по синтезу порошков, в том числе нанопорошков, сложных оксидов редких элементов IV–V групп Периодической системы и щелочных или щелочноземельных элементов заданного состава с целью разработки новых материалов с квантоворазмерными эффектами и миниатюризации изделий электронной техники. Был предложен алгоритм и разработаны методы синтеза нано- и микроразмерных порошков стехиометрических метатитанатов стронция, бария, свинца, метаниобатов и метатанталатов щелочных элементов, твердых растворов на основе этих соединений, в том числе узких гранулометрических классов, а также способы получения эпитаксиальных пленок метаниобата и метатанталата лития на изоструктурных подложках с использованием прекурсоров в виде истинных водно-пероксидных растворов этих соединений. Найден метод управления крупностью получаемых наноразмерных порошков.

Организация производства монокристаллов

При активном участии В.Т. Калининкова была разработана и предложена для внедрения оригинальная комплексная технология создания материалов электронной техники на основе ниобата и танталата лития, включающая переработку редкометалльного сырья, получение высокочистых материалов, синтез танталатов и ниобатов, выращивание монокристаллов. Данное предложение получило поддержку со стороны Министерства промышленности средств связи СССР, после чего ИХТРЭМС начал работы по новому научному направлению «Материалы электронной техники».

В 1983 году было принято решение о строительстве в городе Апатиты завода специальных материалов радиоэлектроники и создании Кольского филиала Научно-исследовательского института коммутационной техники Ленинградского научно-производственного объединения «Северная Заря». Были выданы исходные данные на проектирование завода, и осуществлялось постоянное авторское сопровождение на всех стадиях.

Назначение предприятия — обеспечение электронной промышленности и особенно промышленности средств связи современными материалами, определяющими развитие таких отраслей, как бытовая электроника, все виды связи, военная техника, компьютерная техника, оптоэлектроника и т. д. По своим техническим возможностям данное предприятие могло освоить производство различных видов монокристаллических материалов электронной техники, выращиваемых по методу Чохральского. Примером являлось участие созданной на базе объединения «Северная Заря» компании ОАО «Северные кристаллы» в международном проекте по обеспечению Европейского Центра ядерных исследований CERN (Швейцария) кристаллами вольфрамата свинца, что является основным вкладом Российской Федерации в данный проект.

В результате тесного сотрудничества В.Т. Калининкова и его сотрудников с предприятием разработан метод синтеза особо чистого вольфрамата свинца из отходов производства, опытная партия которого изготовлена и успешно использована для выращивания монокристаллов.

Разработка принципов и методов создания микро- и наноразмерных структур в монокристаллах и композитах на основе редких и цветных металлов для применения в электронной технике, катализе и в качестве сорбентов

Данное направление активно развивалось в рамках научной школы академика В.Т. Калининкова с решением целого спектра задач:

- получение новых материалов интегральной оптики с периодически поляризованными структурами на основе активно-нелинейных кристаллов ниобата и танталата лития, активированных редкоземельными ионами и сочетающих в себе одновременно активные (лазерные) и нелинейные свойства;
- исследования процессов получения методом VTE (vapor transport equilibration) однородных оптически совершенных слоев стехиометричес-

кого состава в номинально чистых и легированных монокристаллах ниобата и танталата лития для создания мини-лазеров и волноводных структур;

— формирование микро- и наноструктур в керамических пентаоксидах ниобия и тантала при воздействии высокоэнергетичных концентрированных световых потоков и разработка конструкционных материалов с низкими значениями температурного коэффициента линейного расширения;

— разработки технологии наноразмерных порошков сложных оксидов узких гранулометрических классов для нового класса нелинейных оптических материалов, а также электротехнической и оптической керамики, методов получения эпитаксиальных покрытий метатанталата лития на пластинах метаниобата лития большой апертуры, наноразмерных порошков оксида цинка для люминесцентной и варисторной керамики;

— разработка методов получения наноразмерных порошков диоксида титана, легированного иновалентными ионами, перспективных для фотокаталитической очистки стоков от органических, бактериальных, вирусных загрязнений и в других целях, активных в том числе в видимом диапазоне света;

— разработка наноструктурированных сорбентов на основе гидрофосфата оксотитана, допированного другими элементами, с улучшенным комплексом физико-механических характеристик для извлечения цветных металлов и лантаноидов из производственных растворов и стоков;

— разработка методов получения наноразмерных порошков ферромагнитных металлов систем Fe-Co и Ni-Co и, возможно, некоторых других с заданным соотношением компонентов, обладающих особыми магнитными или каталитическими свойствами, на неметаллических матрицах;

— получение нанопорошков халькогенидов металлов V–VII групп Периодической системы методом механического легирования.

Физико-химические и технологические основы переработки алюмосиликатов

Энергия и целеустремленность В.Т. Калинникова способствовала реализации на практике ряда современных технологий. В результате многолетних исследований, проведенных под руководством В.Т. Калинникова и д.т.н. В.И. Захарова, по разработке научных основ новых направлений комплексной переработки щелочного алюмосиликатного сырья впервые было найдено простое и эффективное решение одной из самых сложных проблем в кислотной переработке нефелина — получение фильтруемых форм кремнеземных остатков. Разработанный способ универсален и использован в комплексных технологиях различных видов минерального сырья — эвдиалита, сынныритов, рискорритов, шламов цветной металлургии и ряда других. Также было обосновано новое направление комплексной переработки апатито-нефелиновой руды, заключающееся в непосредственной, без операций выделения из нее нефелинового концентрата, переработке нефелиносодержащих отходов апатитового производства с получением глинозема, содо-

продуктов, аморфного кремнезема, фосфатных и калийных удобрений и в последующем выделении из нерастворимого остатка химически очищенных концентратов сопутствующих минералов — сфена, титаномагнетита, эгирина, полевых шпатов.

Совместно с Государственным институтом азотной промышленности (ГИАП) разработана азотно-плазмохимическая технология переработки нефелинсодержащего сырья — принципиально новый, не имеющий мировых аналогов, способ переработки смеси азотнокислых солей с получением алюминатов. Технология испытана на опытно-промышленной установке ОАО «Апатит», что позволило отработать в замкнутом цикле по всем переделам схемы кислотные методы переработки глиноземсодержащего сырья с получением целевых продуктов и регенерацией кислоты. По результатам испытаний выданы исходные данные для проектирования промышленного модуля, на основе которых ЛенНИИГипрохимом выполнен проект.

Под руководством В.Т. Калинникова разработана технология получения на основе нефелина нового эффективного реагента для очистки питьевых и сточных вод — алюмо-кремневого коагулянта-флокулянта, содержащего в качестве активного компонента не только соли алюминия, но и растворенный кремнезем. Технология реализована на ОАО «Апатит», где организовано производство мощностью до 90 тыс. т реагента в год. Коагулянт-флокулянт используется при сгущении апатитового и нефелинового концентратов, очистке оборотных, шахтных и коммунальных вод, стоков животноводческих ферм. Реагент сертифицирован и испытан в процессах водоочистки во многих городах России.

В результате многолетних фундаментальных исследований кислотных методов переработки нефелинсодержащего сырья В.Т. Калинниковым с соавторами впервые разработан неорганический кремнийсодержащий загуститель — компонент водосодержащего взрывчатого вещества (ВВ) типа «Акватол». На основе изучения процесса кристаллизации азотнокислых солей в водно-органических системах впервые предложен рецептурный состав и технология получения водоустойчивых водосодержащих взрывчатых веществ с пониженным содержанием тринитротолуола. Практически все неорганические компоненты этих ВВ могут быть получены на основе азотнокислотной технологии переработки нефелина. Технология ведения взрывных работ с применением нового класса взрывчатых веществ внедрена на ведущих горнодобывающих предприятиях Мурманской области и Карелии с годовым объемом производства 13 тыс. т. Работа удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники в 1997 году.

Физико-химические и технологические основы переработки титано-ниобатов

Под руководством В.Т. Калинникова и А.И. Николаева выполнены систематические исследования по обоснованию гидрометаллургических методов технологии переработки нетрадиционного титанового и редкометалльного сырья.

Оптимальные схемы переработки комплексного титано-редкометалльного сырья, обеспечивающие экологическую чистоту химико-металлургических производств и полноту выделения ценных компонентов, являются комбинированными и базируются на применении целого комплекса традиционных и новых методов, включающих гидрометаллургические методы разложения кислотами в различных сочетаниях, выщелачивания, высаливания, экстракции, осаждения в сочетании с пирометаллургическими методами — обжигом, прокаливанием, сжиганием твердых и жидких полупродуктов и отходов.

Примером может служить комбинированная гидрометаллургическая схема переработки перовскита, которая включает использование азотной или соляной кислот на стадии разложения концентрата. Применение серной кислоты необходимо на стадии переработки обогащенного титанового продукта в титановый дубитель и/или пигментный диоксид титана и на заключительной стадии процесса, когда осуществляется регенерация и возврат в оборот соляной или азотной кислот. Другой пример комбинированной схемы — азотно-гидрофторидная схема переработки лопаритового концентрата, рекомендуемая ИХТРЭМС совместно с ЗАО «Росредмет», по которой подготовлен бизнес-план. Введение в схему дополнительных операций позволяет получать продукты более глубокой переработки.

С учетом многообразия типов титано-редкометалльного сырья региона В.Т. Калининским и его учениками в ИХТРЭМС разработан базовый пакет комбинированных схем гидрометаллургического передела, что позволяет в конкретной ситуации осуществить выбор оптимального варианта, отвечающего любым заданным критериям отбора: экономической эффективности, экологической безопасности, доступности реагентов, возможности получения продуктов требуемого ассортимента и качества. Пакет технологических схем переработки поликомпонентного титано-редкометалльного сырья переменного состава формировали с учетом данных по химии, технологии, экологии и экономики каждого варианта схемы. Именно совокупность данных для отдельных вариантов схем позволяет сравнивать их между собой и выбирать наиболее рациональные технологии для каждого конкретного случая.

Основные ключевые операции вариантов технологий, предлагаемых к реализации, прошли успешную проверку в укрупненном лабораторном и опытно-промышленном масштабах с использованием производственной базы КНЦ РАН (г. Апатиты), опытного производства ЛНПО «Пигмент» (г. Санкт-Петербург, г. Челябинск), Приднепровского химического завода (г. Днепродзержинск), АО «Силмет» (г. Силламяэ).

Результаты выполненных исследований были положены в основу научно-технического обоснования стратегии создания Кольского химико-технологического кластера, предназначенного для обеспечения потребностей страны в титане, редких металлах и стратегических материалах на их основе. Конечное производство новых материалов возможно на малых предприятиях различных инновационных центров, в том числе созданного под руководством В.Т. Калининкова при КНЦ РАН. Все разработки защищены патентами РФ. Именно наличие в регионе Кольского научного центра РАН,

вузов, инновационных структур, а также возможность их интеграции с действующими предприятиями являются залогом создания в Мурманской области Кольского химико-технологического кластера.

Технология химически очищенного бадделеитового концентрата

Совместно с АО «Ковдорский ГОК» в течение ряда лет выполнялись исследования по разработке технологий бадделеитового концентрата повышенного качества. Совместно с АО «Ковдорский ГОК» разработаны и внедрены высокоэффективная технология и аппаратура по производству химически очищенного бадделеитового концентрата, являющегося в настоящее время единственным реально доступным источником циркониевого сырья в России. Технология позволяет проводить избирательное химическое разложение примесных минералов с последующим отделением продуктов реакции, что обеспечивает значительное снижение содержания радионуклидов и ряда регламентируемых примесей в бадделеитовом концентрате, расширяет возможные области его использования и позволяет доводить до товарного качества партии концентрата, полученные из руды аномальной зоны месторождения и не соответствующие требованиям технических условий. Достигнутая удельная активность бадделеитового концентрата в три раза меньше, чем выпускаемого в ЮАР аналогичного продукта.

Гидрометаллургия медно-никелевого сырья

Работами ИХТРЭМС обоснована и развивается концепция создания экологически безопасных малоотходных технологий, базирующаяся на поэтапной замене пирометаллургических технологий на современные гидрометаллургические. При этом предусматривается широкое использование экстракционных процессов, которые позволяют не только эффективно проводить выделение основных компонентов, но и обеспечивать регенерацию реагентов и комплексность использования сырья за счет вовлечения в переработку жидких и твердых отходов. В результате проведенных под руководством В.Т. Калининкова исследований применительно к решению производственных задач комбината «Североникель» АО «Кольская ГМК» разработан целый ряд новых гидрометаллургических экстракционных технологий, а также высокопроизводительное экстракционное оборудование, которые могут обеспечить решение задач получения широкого ассортимента кобальтовой продукции, выделения рения, осмия, а также регенерации, улучшения качества и сокращения потерь серной кислоты.

На комбинате «Североникель» создана промышленная экстракционная установка, на которой по технологии ИХТРЭМС произведено более 500 т карбоната кобальта, отправляемого в основном на экспорт. Очищенный раствор хлорида кобальта, получаемый на стадии экстракции, удовлетво-

ряет требованиям для производства высококачественного электролитного кобальта марки К-0, используемого для получения различных сплавов и материалов. На основе выполненного ИХТРЭМС совместно с Кольской ГМК технологического регламента РАО «Норильский Никель» приняло решение о создании в г. Мончегорске производства 2500 т металлического кобальта методом электроэкстракции.

Научные основы снижения экологической опасности горнопромышленных отходов и разработка технологий их утилизации

В связи с общемировыми тенденциями нарушения биосферы, особенно в таких экстремальных регионах, как Евро-Арктический регион и Север России, расширился спектр исследований, возглавляемых В.Т. Калининковым и В.Н. Макаровым, экологической направленности. Это нашло свое отражение не только в разработке более совершенных технологий, позволяющих полнее использовать минеральное сырье и снизить количество сбрасываемых в окружающую среду отходов, но и в том, что большое внимание было уделено анализу последствий хранения горнопромышленных отходов, разработке технологий их утилизации и обезвреживания опасных продуктов.

Как было показано В.Т. Калининковым с соавторами в цикле фундаментальных и прикладных исследований, повышение полноты использования и безопасности добычи и переработки минерального сырья предполагает:

- анализ общих проблем взаимодействия промышленных объектов с природной средой с учетом тенденций в динамике состояния минерально-сырьевой базы и влияния горнопромышленных отходов на окружающую среду;

- анализ состояния и возможности вовлечения в переработку техногенных месторождений, повышение комплексности использования минерального сырья;

- исследование физико-химических процессов в горнопромышленных отходах, их влияния на технологические свойства техногенного сырья и окружающую среду;

- разработку научных основ создания геохимических барьеров для очистки сточных и природных вод от растворенных цветных металлов;

- создание технологий переработки горнопромышленных отходов в строительные и технические материалы.

Была разработана классификация горнопромышленных отходов по степени их экологической опасности. Установлено, что особую опасность представляют горнопромышленные отходы, содержащие сульфиды тяжелых металлов и железа. Эти минералы в процессе хранения окисляются с образованием серной кислоты и сульфатов, причем скорость их окисления намного выше, чем в природных месторождениях, не затронутых техногенными процессами. В отличие от зарубежных исследователей, обращавших основное внимание на закисление поверхностных и подземных вод вследствие окисления содержащихся в отвальных продуктах сульфидов

железа (пирита, пирротина, марказита), впервые было показано, что окисляющиеся сульфиды железа могут стать источником загрязнения и тяжелыми металлами, содержащимися в этих минералах в виде изоморфной примеси.

При исследовании влияния климатических и гидрологических условий, состава нерудных минералов на скорость окисления сульфидов и концентрацию тяжелых металлов в растворах установлено, что наиболее интенсивно процесс окисления протекает при циклическом характере увлажнения и высыхания. Следовательно, наибольшую экологическую опасность действующие хвостохранилища будут представлять после завершения эксплуатации месторождений. Создание на хвостохранилищах после их выведения из эксплуатации искусственных водоемов и рекультивация не устраняют полностью экологическую опасность: окисление сульфидов может, хотя и с меньшей скоростью, протекать и при ограничении доступа кислорода.

Показано, что эффективное и экономически оправданное вовлечение в переработку техногенного сырья возможно при условии утилизации нерудной составляющей, на которую в ряде случаев приходится до 95% их объема. Учитывая большие объемы таких продуктов, наиболее перспективной областью их применения является производство строительных и технических материалов. Установлены причины, сдерживающие переработку такого сырья, — присутствие некоторых минералов-примесей, непостоянство состава и свойств. Устранение влияния этих факторов может быть обеспечено управлением качеством вторичного сырья, а в ряде случаев — параметрами технологического процесса. Математически описаны взаимосвязи состава вторичного сырья и ряда важнейших технологических свойств — температуры плавления, вязкости при заданной температуре, растворимости компонентов, инициирующих ликвацию, химической стойкости получаемых материалов. Разработана программа вычисления температуры ликвидуса и логарифма вязкости алюмосиликатных расплавов по их химическому составу, которая позволяет оперативно регулировать технологические параметры и организовать управление процессами варки, осветления и выработки расплавов и отжига готовых изделий при получении высокосортного минерального волокна, стекол, стеклокристаллических и керамических материалов, в том числе — со специальными свойствами (декоративных, кислото-, щелоче-, термостойких и других). Данный подход может быть применен и к другим технологиям цветной и черной металлургии и системам: шлакам, солевым расплавам и др.

Предложен ряд технологий первичной подготовки, управления качеством техногенного сырья и переработки его в строительные и технические материалы: заполнители бетонов, компоненты комплексных вяжущих, материалов экологического назначения.

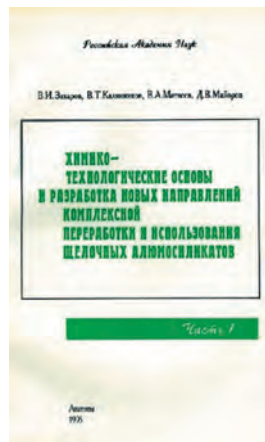
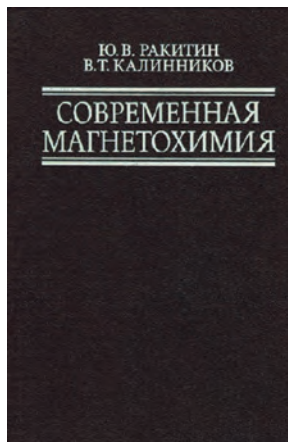
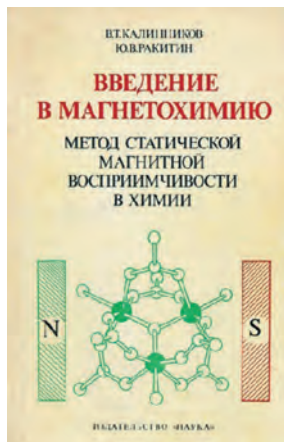
Таким образом, разработанные методы являются научной основой снижения нагрузки на окружающую среду при разработке месторождений полезных ископаемых. В то же время реализация разработок позволит существенно сократить потребности в первичном сырье, повысить полноту, комплексность использования руд, а также улучшить экономические показатели их переработки. Ряд предложенных технологий прошел успешную проверку в промышленных условиях.

В наиболее полном виде итоги фундаментальных исследований, ориентированных на структурное преобразование промышленного комплекса с увеличением в нем доли наукоемких и экологически чистых производств, суммированы в монографиях: «Химико-технологические основы и разработка новых направлений комплексной переработки и использования щелочных алюмосиликатов» (1995), «Математическое описание некоторых свойств расплавов базальтоидного состава» (2000), «Гидрометаллургическая комплексная переработка нетрадиционного титано-редкометаллического и алюмосиликатного сырья» (1999), «Физико-химические процессы в сульфидсодержащих горнопромышленных отходах» (2002). За разработку теоретических основ комплексной переработки нетрадиционного титано-редкометаллического и алюмосиликатного сырья В.Т. Калинин удостоен Государственной премии РФ в области науки и техники за 2000 год.

Возглавив Кольский научный центр, В.Т. Калинин добился высокоэффективной интеграции фундаментальных научных исследований с прикладными разработками, внес большой вклад в научное обеспечение рационального использования природных ресурсов. Кольский научный центр трансформировался в крупнейший региональный центр Российской академии наук, опорную базу для фундаментальных исследований природной среды и методов неразрушающего освоения ресурсного потенциала Европейского сектора Арктики.

Избранные монографии академика В.Т. Калинникова*

1. Введение в магнетохимию. — М.: Наука, 1980. — 302 с.
2. Современная магнетохимия. — СПб.: Наука, 1994. — 287 с.
3. Химико-технологические основы и разработка новых направлений комплексной переработки и использования щелочных алюмосиликатов. Ч.1: Краткая характеристика сырьевой базы. Обзор способов переработки. Азотнокислотные методы. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. — 177 с.



4. Математическое описание некоторых свойств расплавов базальтоидного состава. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. — 105 с.
5. Гидрометаллургическая комплексная переработка нетрадиционного титано-редкометалльного и алюмосиликатного сырья. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. — 225 с.
6. Математическое описание некоторых свойств металлургических шлаков. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. — 139 с.



* Без указания соавторов.

7. Модель углового перекрывания в теории строения соединений переходных металлов. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. — 306 с.

8. Сегнетоэлектрические твердые растворы на основе оксидных соединений ниобия и тантала: синтез, исследование структурного упорядочения и физических характеристик. — СПб.: Наука, 2001. — 299 с.

9. Процессы разупорядочения в сегнетоэлектрических кристаллах и их проявление в спектрах комбинационного рассеяния света. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. — 158 с.



10. Физико-химические процессы в сульфидсодержащих горнопромышленных отходах. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. — 163 с.

11. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны. — М.: Наука, 2003. — 250 с.

12. Ниобат и танталат лития: фундаментальные аспекты технологии. Монография. — Апатиты: КаЭМ, 2005. — 108 с.

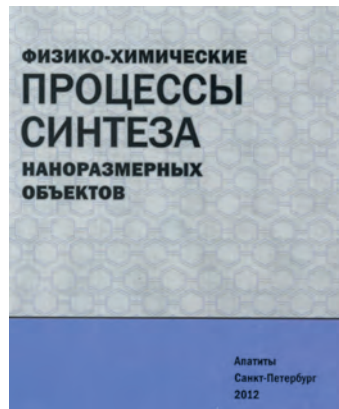


13. Разработка технологий получения и использования взрывчатых веществ на основе продуктов кислотной переработки нефелинсодержащего сырья. — Апатиты: КНЦ РАН, 2008. — 122 с.

14. Синтез сегнетоэлектрических и люминесцентных сложных оксидов редких элементов. Монография. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009. — 153 с.

15. Физико-химические процессы синтеза наноразмерных объектов. — СПб.: Изд-во ЭЛМОР, 2012. — 328 с.

16. Сегнетоэлектрические твердые растворы $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3$. Синтез, структура, свойства. — М: Наука, 2015. — 296 с.



Ученики академика В.Т. Калининкова

Ракитин Юрий Васильевич — д. х. н., Москва 1983 год.
Обменные взаимодействия в полиядерных комплексах переходных металлов.

Еременко Игорь Леонидович — д. х. н., Москва, 1986 год.
Гетерометаллические магнитнообменные кластеры переходных элементов.

Новоторцев Владимир Михайлович — д. х. н., Москва, 1988 год.
Магнетохимия обменных кластеров и магнитных полупроводников.

Гуцол Александр Федорович — д. х. н., Москва, 2000 год.
Исследование и оптимизация тепломассообмена в технологических плазменных потоках.

Аминов Тельман Газизович — д. х. н., Москва, 2002 год.
Синтез и магнитные свойства сложных халькогенидов хрома.

Колосов Валерий Николаевич — д. т. н., Москва, 2006 год.
Исследование и разработка электролитических сверхпроводящих материалов на основе ниобия.

Палатников Михаил Николаевич — д. т. н., Апатиты, 2011 год.
Материалы электронной техники на основе сегнетоэлектрических монокристаллов и керамических твердых растворов ниобатов-танталатов щелочных металлов с микро- и наноструктурами.

Идрисов Таваккал Чупанович — к. х. н., Москва, 1975 год.
Синтез и исследование димерных антиферромагнитных карбоксилатов переходных элементов первого периода.

Эллерт Ольга Георгиевна — к. х. н., Москва, 1981 год.
Магнетохимия некоторых новых классов полиядерных соединений переходных металлов.

Левшин Владимир Алексеевич — к. х. н., Москва, 1981 год.
Получение селенохромита ртути и твердых растворов на его основе и исследование физических свойств.

Оразсахатов Байрамли — к. х. н., Москва, 1981 год.
Синтез гетероядерных серосодержащих кластеров на основе антиферромагнитного комплекса хрома со связью металл–металл.

Шабунина Галина Георгиевна — к. х. н., Москва, 1981 год.
Физико-химические основы получения монокристаллов ферромагнитной шпинели CdCr_2Se_4 из области ее первичного выделения.

Касумов Рашид Джаббар оглы — к. х. н., Москва, 1982 год.

Теория и экспериментальное исследование спектров ЭПР низкосимметричных комплексов двухвалентной меди.

Индосова Виктория Марковна — к. х. н., Москва, 1982 год.

Физико-химические основы получения монокристаллов и пленок халькохромитов железа, кобальта и кадмия и исследование их свойств.

Волков Вячеслав Владимирович — к. х. н., Москва, 1982 год.

Изотропные обменные взаимодействия в полиядерных комплексах со сложными мостиковыми лигандами.

Филатов Андрей Викторович — к. х. н., Москва, 1983 год.

Влияние химического состава на магнитные и электрические свойства твердых растворов $\text{Hg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Cr}_2\text{Se}_4$.

Аракелян Заруи Согомоновна — к. х. н., Москва, 1983 год.

P-T-x фазовые диаграммы и термодинамические свойства селенидов хрома и ртути (Cr_2Se_3 , HgSe), селенохромитов ртути и кадмия (HgCr_2Se_4 , CdCr_2Se_4).

Менщикова Татьяна Константиновна — к. х. н., Москва, 1983 год.

Физико-химические основы получения соединений Cu_3VS_4 и CuV_2S_4 .

Очертянова Любовь Ивановна — к. х. н., Москва, 1986 год.

Нестехиометрия и свойства ферромагнитного полупроводника тетраселенида дихрома-кадмия.

Куншина Галина Борисовна — к. т. н., Москва, 1991 год.

Разработка технологии твердого электролита $\text{RbCu}_4\text{Cl}_{3,2}\text{I}_{1,8}$ и электродных композиций на его основе.

Колесникова Ирина Григорьевна — к. т. н., Москва, 1997 год.

Получение сплавов медь-фосфор с использованием апатитового концентрата.

Удалова Инна Анатольевна — к. т. н., Апатиты, 1999 год.

Разработка новых способов синтеза сегнетоэлектрических материалов на основе соединений ниобия, тантала и титана.

Белогурова Ольга Александровна — к. т. н., Апатиты, 2003 год.

Вмещающие породы Сопчеозерского хромитового месторождения — сырье для производства огнеупоров.

Тихомирова Елена Львовна — к. т. н., Апатиты, 2003 год.

Гидрофторидный метод синтеза соединений переходных металлов.

Бирюкова Ирина Викторовна — к. т. н., Апатиты, 2005 год.

Высокотемпературный синтез и модификация свойств сегнетоэлектрических монокристаллов и шихты ниобата и танталата лития.

Стародуб Ольга Ростиславна — к. х. н., Москва, 2007 год.

Магнитные и термодинамические свойства циклов и бесконечных цепей с изотропным обменом.

Майоров Леонид Александрович — к. т. н., Апатиты, 2010 год.

Изучение закономерностей формирования и разделения металлической и шлаковой фаз в процессе карботермического восстановления титаномагнетитового концентрата.

Поздравления В.Т. Калининкову к юбилеям

* * *

Есть в Апатитах дом казенный,
Три вывески на доме том,
А в нем сидит Совет ученый,
Сравнимый с пушкинским котом.

Как кот, он на цепочке ходит
И часто сказки говорит,
Там чудеса, там Громов бродит,
И Мотов за столом сидит.

Там только клич начальник кликнет,
(Когда вдруг надобность возникнет
В ниспровержении основ),
И тридцать витязей прекрасных
Спешат из кабинетов разных,
И с ними дядька Поляков.

Там Балабанов величавый
Научной мысли зрит полет,
Там Воскобойников лукавый
Вопрос наивный задает.

Ракитин пылкой страстью пышет
На стыке множества наук,
А Фрейдин ничего не слышит —
Он развлекает Печенюк.

Там Авсарагов благородный,
Басков, Калинин и Склокин,
Там Касиков, богам угодный,
Седой Орлов, брюнет Локшин.

Там элегантнейший Макаров
Блестит ученостью своей.
Читатель рифмы ждет «Захаров», —
На вот, возьми ее скорей.

А во главе сего собрания
Не млад, но вовсе и не стар,
Владеет нервом заседанья
Наш достославный юбиляр.

Он разбирается отменно
В потоке институтских нужд,
В науке видит суть проблемы
И чувства юмора не чужд.

Его известность побеждает
И океаны, и моря,
Планета дружно отмечает
Рождение богатыря —
Двадцать седьмое ноября.

Б. Фрейдин, к 60-летию В.Т. Калинникова, 1995 год.

* * *

Ну что тебе сказать про институт?
Здесь, в принципе, нормальная работа:
В нем есть глава, и в мире его чтут —
С заслугами и орденом Почета.

Об этом можно долго говорить —
На свете беспокойно как-то стало...
И в Центре не приходится тужить —
Проблемы возникают непрерывно.

О чем теперь мечтается во сне?
Чтоб годы шли, морщин не оставляя.
На Кольском и в столице — в тишине
Достойно жить, трудясь и созидая.

И вот сегодня просто, без затей,
Впервые с сотворенья Института,
Его главе справляем Юбилей
В день Нобеля — им искорка раздута.

Д. Мотов, к 60-летию В.Т. Калинникова, 1995 год

Академик России

Не скрою — верил в вещий сказ...
И вот настал признанья час.
В бессмертье смотрит Институт —
Сама судьба свершилась тут.

Не зря с ИХТРЭМСом есть союз
Науки, творчества и муз.
Теперь о чем еще мечтать?
Чтоб званию всем нам быть под стать.

*Д. Мотов, к избранию действительным
членом Российской академии наук, 2000 год.*

* * *

Года так к планке подошли —
С Москвы виднелись дали зримо:
Химфак, ИМЕТ, МФТИ
И Курнаковский ИОНХ родимый.
Академический размах...
Статей, патентов, монографий.
Награды, званья — не пустяк...
Влились в строй судеб, биографий.
Треть жизни — это наш ИХТРЭМС:
Его сырье и материалы.
Как по наитию творец
Взял Ка эН Цэ в потенциалы.
А кроме КНЦ есть РАН
С Советом разных регионов:
Наука — это как дурман,
А время мчит к свершеньям новым.
О бронзе стоит говорить?
Ведь юбилей — для нас отрада.
Все налицо, к чему хитрить?
Дел выше крыши — вот награда.

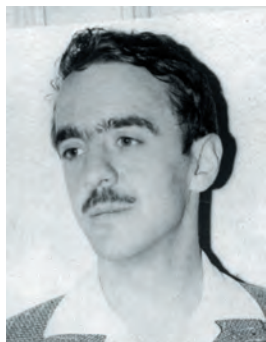
Д. Мотов, к 70-летию В.Т. Калининкова, 2005 год.

* * *

Стихи, поздравленья текут, как вода.
При этом я должен сказать:
Не слишком удобно считалось всегда
Начальству стихи посвящать.
Когда раздается словесная трель,
Изысканных рифм пируэт,
Все думают втайне: какую же цель
Преследует этот поэт?
Про эти стихи так подумать нельзя.
Другая у строчек цена,
Поскольку моя трудовая стезя
Практически завершена.
В душе уважение большое храня,
Я как-то почувствовал вдруг,
Что Вы не начальник совсем для меня,
А старший товарищ и друг!
Сказать Вам об этом сегодня пора.
Стесняться совсем ни к чему:
Вы сделали мне очень много добра,
И знаю, не мне одному.
Направлен всецело на благо людей
Ваш самоотверженный труд.
Развитием, ростом и статью своей
Обязан Вам наш Институт.
Да, крупный ученый, весомый успех!
Но все это от того,
Что Вы — настоящий Большой Человек,
И это важнее всего.
Большой Человек (так давно повелось)
Живет и творит для людей.
Ему неизвестны ни зависть, ни злость,
Он полон высоких идей.
Я Вас поздравляю, желаю побед!
Пусть будет Вам в жизни тепло!
Мне быть с Вами рядом почти тридцать лет
Существенно повезло!

Б. Фрейдин, к 75-летию В.Т. Калининкова, 2010 год.

ФОТОАЛЬБОМ



Аспирант
В.Т. Калинин



Начало трудового пути



Начало работы директором
ИХТРЕМС КФАН СССР,
1981 год



На субботнике по благоустройству территории
Академгородка, 1981 год



Визит в ИХТРЕМС чл.-корр. по Отделению физико-химии и технологии неорганических материалов АН СССР Ю.А. Буслаева и Президента Академии наук ГДР академика Л. Колдица, 1984 год



С чл.-корр. АН СССР
Ю.А. Золотовым, выездное
заседание Комиссии по
экстракции Научного совета
по неорганической химии
АН СССР, 1984 год



С председателем Президиума
Ленинградского научного центра
АН СССР академиком
И.А. Глебовым, 1984 год



Встреча в КФАН СССР
с членом Политбюро ЦК КПСС
М.С. Соломенцевым, 1985 год



Проблемы и достижения науки
Заполярья: отчет Председателя
Президиума КНЦ РАН Президенту
СССР М.С. Горбачеву, Мончегорск,
1987 год



С академиком-секретарем Отделения физико-химии и технологии неорганических материалов АН СССР академиком Н.М. Жаворонковым и ректором МХТУ Г.А. Ягодиным, 1988 год



Лауреаты Государственной премии РФ в области науки и техники за 2000 год. Слева направо: к. т. н. А.А. Морозов, д. т. н. С.В. Шаврин, д. т. н. В.А. Резниченко, академик Н.А. Ватолин, академик Л.И. Леонтьев, академик В.Т. Калинин, д. т. н. А.И. Николаев, д. т. н. В.И. Захаров, Дом Правительства РФ, 2001 год



С академиками М.В. Алфимовым
и Н.С. Зефиоровым при вручении
Государственной премии РФ,
Дом Правительства РФ, 2001 год

Во время визита
в Кольский научный центр
Президента РАН академика
Ю.С. Осипова, 2001 год



Посещение
Президентом РАН
академиком
Ю.С. Осиповым
установки
ИХТРЭМС
по выращиванию
монокристаллов,
2001 год



Выездное заседание Совета по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН. Казань, 2004 год



С председателем Дальневосточного
отделения РАН академиком
В.И. Сергиенко



С Губернатором
Ю.А. Евдокимовым на заседании
Координационного совета
Мурманской области
по научно-технической
и инновационной политике



С депутатом
Государственной Думы
от Мурманской области
В.В. Лунцевичем



С генеральным директором
ГАО «Силмет» Тийтом Вяхи



Встреча с делегацией
ГАО «Силмет».
Умбозеро,
Мурманская область



Рабочая встреча
с директором
ОАО «Титановые
пигменты»
М.М. Лухтоном



Рабочая встреча
В.Т. Калинин
и Л.И. Склокина
с представителями
комбината
«Североникель»
ОАО «Кольская ГМК»



Визит на фирму
«Минпрок»,
г. Денвер, США



С преподавателями
и студентами Норвегии



С академиком
В.И. Сергиенко
и академиком
Н.Л. Добрецовым,
2005 год



Академик
В.М. Новоторцев
поздравляет
с 70-летним юбилеем
В.Т. Калиникова,
г. Апатиты, 2005 год



Академик
Ж.И. Алферов
в Кольском
научном
центре,
2008 год



С академиком
Ж.И. Алферовым,
2008 год



Член-корр. РАН Д.Г. Матишов, академик В.Т. Калинин, академик Г.Г. Матишов
на торжественном заседании, посвященном 80-летию Кольского научного центра
Российской академии наук. Дворец культуры имени В.К. Егорова, г. Апатиты, 2010 год



Академик-секретарь
Отделения наук
о Земле РАН академик
А.О. Глико поздравляет
Кольский научный центр
с 80-летним юбилеем.
Дворец культуры
имени В.К. Егорова,
г. Апатиты, 2010 год



Академики Н.Н. Мельников, Ф.П. Митрофанов, В.Т. Калининков на торжественном заседании, посвященном 80-летию Кольского научного центра Российской академии наук. Дворец культуры имени В.К. Егорова, г. Апатиты, 2010 год

Поздравления в связи с 80-летним юбилеем Кольского научного центра академика И.В. Горынина. Дворец культуры имени В.К. Егорова, г. Апатиты, 2010 год



С членом-корреспондентом РАН А.И. Николаевым

Слева направо:
член-корреспондент РАН
А.И. Николаев,
член-корреспондент РАН
С.В. Кривовичев,
академик В.Т. Калининков,
д. г.-м. н. Г.Ю. Иванюк





Главное здание Кольского
научного центра РАН

Рабочие моменты, и не только ...





Открытие памятного знака академику В.Т. Калининкову 16 апреля 2018 года.
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
имени И.В. Тананаева







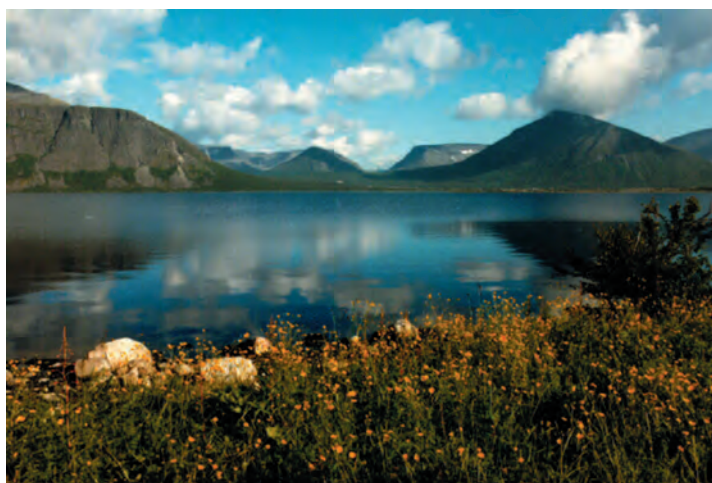
При вручении государственной награды Президентом РФ В.В. Путиным, 2007 год



В лаборатории

Семья







Воспоминания о В.Т. Калининкове

Николаев Анатолий Иванович, член-корреспондент РАН, заместитель директора ИХТРЭМС КНЦ РАН, директор Центра наноматериаловедения ФИЦ КНЦ РАН

Почти 35 лет рядом с этим Человеком — это большой срок, и не устаешь удивляться многогранности личности Владимира Трофимовича как крупного ученого, талантливого организатора науки, мудрого руководителя, примерного семьянина, верного товарища. Его появление в Кольском научном центре состоялось в тяжелое или, точнее, в смутное время 1981 года, когда Институт химии раздирали противоречия, многие ведущие сотрудники были вовлечены в выяснение взаимоотношений. Молодой успешный столичный ученый, доктор наук достаточно быстро сумел погасить пламя внутренней борьбы, направив кипучую энергию противоборствующих сторон на совместное решение научных проблем. Институт стал набирать научный авторитет среди химических институтов страны и производств, которые использовали или были готовы использовать технологические разработки Института химии. Установились устойчивые деловые отношения с заводом в Эстонии, где перерабатывали Кольское сырье, с ОАО «Апатит», с комбинатом «Североникель», Ковдорским, Оленегорским и Ловозерским ГОКа, трестом «Апатитстрой» и др. Это были первые победы нашего коллектива под руководством Владимира Трофимовича. Авторитет Института в научном мире и в промышленности во многом является заслугой Директора и созданной им команды единомышленников.

Умение Владимира Трофимовича сплачивать коллективы очень хорошо просматривается и в масштабе Кольского научного центра. Интеграция институтов КНЦ РАН в решении сложнейших проблем комплексного использования наших природных богатств от месторождений до продуктов высокой технологии, по его мнению, является мощным преимуществом нашего Северного научного центра. Он боролся за сохранение и укрепление КНЦ РАН, созданного по инициативе А.Е. Ферсмана. Сейчас мы стоим на пороге проверки нашего единства и сплоченности.

...Непривычно говорить о Владимире Трофимовиче: «Он был». Для многих его коллег он был, есть и будет. Его творческое наследие позволяет об этом говорить. Им создана Кольская школа химиков, технологов и материаловедов. Более сорока его прямых учеников защитили свои диссертации кандидатов и докторов наук, некоторые стали членами Российской академии наук. Я также считаю его своим учителем, много сделавшим для становления меня как ученого. Часто вспоминаю отрывок моего разговора с ним.

В.Т.: «Завидую я тебе, Толя, сядешь в поезд и спокойно доберешься до Москвы, а мне нужно ехать в Мурманск, потом на самолете и так далее».

На это я ему отвечал: «Не надо мне завидовать. Поедьте вместе».

В.Т.: «Ну нет, у меня нет столько свободного времени...»

Он часто возвращался домой через Мурманск ночью (три-четыре раза в месяц), а утром — на работу, чтобы успеть сделать больше нужных дел, переговорить с коллегами, обсудить срочные дела. Вот таким энергичным он стоит передо мной, напоминая о необходимости действовать.

Кузнецов Сергей Александрович, доктор химических наук, директор ИХТРЭМС КНЦ РАН

Владимир Трофимович был, несомненно, многогранной и масштабной личностью в науке, но мне в первую очередь вспоминается его мягкий умный юмор, который в полной мере проявлялся при личном общении.

Михаил Николаевич Палатников, доктор технических наук, заведующий сектором Лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН

Кроме того, что Владимир Трофимович был талантливым руководителем, он является основателем научной школы «Фундаментальные основы создания новых материалов с улучшенным комплексом физико-механических характеристик на основе редкометалльного сырья Кольского полуострова». У меня сложилось мнение, что в истории Кольского научного центра (во всех его ипостасях) были три глобальные эпохи — эпоха академика А.Е. Ферсмана, эпоха академика А.В. Сидоренко и эпоха В.Т. Калининкова — по сложности временного отрезка, масштабам преобразований, масштабам личности, наконец. Что касается нашей Лаборатории материалов электронной техники, бессменным руководителем которой со дня ее основания был Владимир Трофимович, можно сказать, что без него она просто бы не состоялась. Он очень многому научил нас: отношению к жизни, к работе, к окружающим людям. Иногда, выслушав его совет, мы все-таки поступали по-своему, но потом оказывалось, что он был прав. Мы руководствовались логикой, а он шел от более высокого уровня — такого понятия, как человеческий интеллект, от человеческой мудрости.

Вениамин Моисеевич Орлов, доктор технических наук, заведующий Лабораторией металлургии редких элементов ИХТРЭМС КНЦ РАН

Его уход стал утратой для города, для Кольского научного центра, для науки страны в целом. Тяжело переживают эту потерю сотрудники Института химии КНЦ РАН, который Владимир Трофимович возглавлял 32 года. Перечислять, что было сделано им за эти годы, можно долго. Приведу наиболее яркий факт, характеризующий его человеческие качества. В моей лаборатории успешно работал кандидат наук Б.М. Фрейдин. В 1982 году при очередной кампании борьбы с «антисоветщиной» у него нашли «запрещенную книгу» — то ли Солженицына, то ли Набокова. Поступила команда сверху — убрать на воспитание в рабочий коллектив. Владимир Трофимович, всего год возглавлявший институт, потратил много усилий на защиту Б.М. Фрейдина, не сумев оставить в институте, помог ему в трудоустройстве, а в девяностые годы принял обратно».

Локишин Эфроим Пинхусович, доктор технических наук, заведующий лабораторией химии и технологии редкоземельного сырья ИХТРЭМС КНЦ РАН

В отношении с подчиненными для него основополагающими были демократические принципы. По инициативе Владимира Трофимовича создана и в течение многих лет существует тема, в которой группа сотрудников его

лаборатории и коллеги из руководимой мной лаборатории проводят исследования по разработке технологий эффективных методов получения функциональных материалов на основе соединений редких металлов.

Калинкин Александр Михайлович, заведующий отделом силикатных материалов ИХТРЭМС КНЦ РАН

Хочется сказать об отношении Владимира Трофимовича к молодежи. Ее научный рост всегда был одним из главных его приоритетов. Именно благодаря Владимиру Трофимовичу были установлены контакты со многими университетами скандинавских и других стран и начались активные поездки за рубеж наших молодых (и не только) сотрудников для работы по совместным проектам, участия в международных конференциях и семинарах.

Васильева Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, ученый секретарь ИХТРЭМС КНЦ РАН

В институте его авторитет был абсолютен. Заседания ученого совета, когда их вел Владимир Трофимович, превосходили по времени все остальные, и мы ловили каждое его слово. Он поражал объемом знаний в различных областях научной и общественной жизни. Его человеческую порядочность и ответственность характеризует, например, случай, свидетелем которого я была. В году 1985-м мы летели на самолете по маршруту Кировск–Москва. Один хмельной пассажир решил показать свою удаль, на его развязное поведение быстрее всех среагировал именно Владимир Трофимович, явно уступая ему в весовой категории, он стал усмирять гражданина...

Касиков Александр Георгиевич, кандидат химических наук, заведующий сектором гидрометаллургии кобальта, никеля и благородных металлов

Многие мечтают жить и работать в столице, а на Север едут ненадолго, часто за «длинным рублем». Владимир Трофимович не из таких. Приехав в Заполярье более тридцати лет назад, он полюбил этот край и породнился с ним на долгие годы. Он много раз мог вернуться на «материк», но очарование Севера и чувство долга перед людьми, с которыми было начато много важных дел, останавливали его.

Елизарова Ирина Рудольфовна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИХТРЭМС КНЦ РАН, впоследствии заведующий лабораторией ИППЭС КНЦ РАН

Меня во Владимире Трофимовиче всегда удивляла его человечность. Ее проявления я видела в каком-то деликатном невыпячивании своей персоны в окружении коллег или просто других людей. Вспоминаю, как видела его сидящим в очереди в стоматологический кабинет в обычной городской стоматологической поликлиники г. Апатиты, как самолет, в котором мы вместе летели из Москвы в Кировский аэропорт, по погодным условиям приземлился в Мурманске, и он, узнав меня, молодого специалиста института, сам пригласил проехать с его группой на служебной «Волге» до Апатитов, как однажды после поздравлений и празднования наступающего Нового года мы вдвоем с Галей Букатовой зашли в его кабинет поздравить Владимира

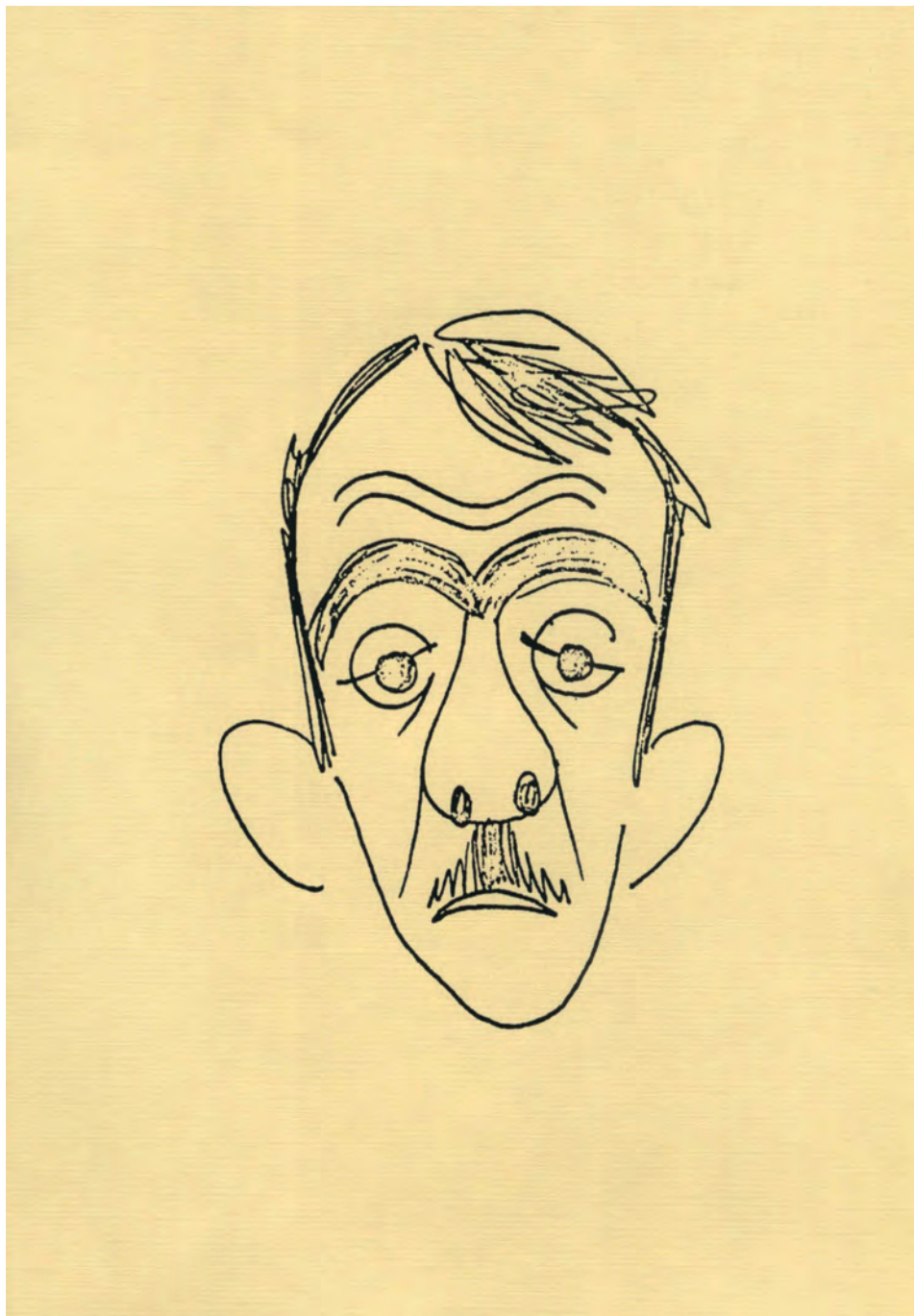
Трофимовича с наступающим праздником и пили вместе чай с принесенными бутербродами... Столько теплых и щемящих теперь воспоминаний останутся в сердце! Светлая память хорошему человеку! Прежде всего — хорошему человеку!

Сидоров Николай Васильевич, доктор физико-математических наук, заведующий сектором Лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН

В ИХТРЭМС я приехал работать по приглашению Владимира Трофимовича, и мне очень крепко повезло в жизни, что удалось поработать на протяжении 27 лет с человеком такого большого масштаба, как В.Т. Калининков, — мудрым, глубоко эрудированным стратегом, всегда открытым и простым в общении, очень эффективно работающим с людьми разного уровня, человеком, который умело формировал климат нашего института, который обладал талантом вдохновлять людей и талантом «разруливать» самые серьезные конфликтные ситуации. Владимир Трофимович всегда уделял большое внимание научной молодежи, поддерживал ее начинания, способствовал личностному росту. Благодаря его влиянию подавляющее число сотрудников лаборатории материалов электронной техники — молодежь. Владимир Трофимович никогда нас, его учеников, не учил, но мы все у него учились: учились мудрости жизни, мудрости общения, учились делать науку. Мне довелось общаться с ним и на отдыхе. Владимир Трофимович был заядлый грибник, и мы не раз вместе ездили за грибами. Грибы, особенно белые, искал он с большим азартом и вдохновением.

Стародуб Ольга Ростиславна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИХТРЭМС КНЦ РАН

Был в моей жизни один человек, который говорил о людях только хорошее, находил это хорошее и характеризовал человека его хорошим качеством, как Леонардо, который писал не тенями, а светом. Другой взгляд на мир. Если не мог сказать хорошее о человеке, просто не говорил о нем вообще. «Тут ваш Калининков вчера так кричал по этому поводу!» — ежась в Президиуме РАН. «Калининков? Кричал? Это точно был он»? При этом академик Калининков отнюдь не был слабым или мягким человеком. Интересы Кольского научного центра на уровнях любой высоты отстаивались со стратегическим прицелом, причем, интересы Центра в целом, не выделяя и не обособляя никого, ни один институт или подразделение. Академиками не становятся просто так. Здесь же и сам академик, и ученики его стали академиками. Новоторцев В.М. и Еременко И.Л. — академики РАН, Ракитин Ю.В. — академиком РАЕН. Не хватает. Сколько лет прошло — все равно не хватает. Ощущение, что стена рухнула и мы остались на равнине, открытые все ветрам, за протекшие годы только укрепилось. Владимир Трофимович — воистину Личность с Большой буквы. Мудрый и светлый. Счастье, когда на жизненном пути встречаются такие люди. Горе — когда они уходят навсегда. Светлая память.



Дружеский шарж (Л.С. Коробейников)

АКАДЕМИК ВЛАДИМИР ТРОФИМОВИЧ КАЛИННИКОВ

Подписано в печать 01.10.21. Формат 70 × 100/16.

Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. л. 4,6. Усл. печ. л. 5,84.

Тираж 300 экз.

Издатель — Российская академия наук

Публикуется в авторской редакции.

Корректура и верстка — ООО «ВИН»

Отпечатано в экспериментальной цифровой типографии РАН.

Издается по решению Научно-издательского совета
Российской академии наук (НИСО РАН) от 12.02.2021 г.
и распространяется бесплатно.