

УДК 621.59(075.8)

**Е.И. Борзенко**

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий,  
ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, РФ, 191002  
e-mail: borzenko@gunipt.spb.ru

## КАФЕДРА КРИОГЕННОЙ ТЕХНИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАКАНУНЕ ЮБИЛЕЯ АЛЬМА-МАТЕР

*Многие специалисты, работающие в криогенной отрасли, хорошо знают кафедру криогенной техники Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. Кафедра была организована в 1953 г. За время существования она выпустила около 5 тыс. инженеров-механиков. Они работают на различных промышленных предприятиях, в проектных и научно-исследовательских институтах. Известны научные достижения кафедры, например, в области разработки теоретических основ и практического использования методов получения особо чистых кислорода, азота и аргона. Кафедра располагает современной учебно-лабораторной базой. Учебный процесс на кафедре обеспечивается регулярным изданием монографий, учебников, учебных пособий и справочников.*

**Ключевые слова:** Криогенная техника. Обучение. Инженер-механик. Кислород. Азот. Аргон. Гелий. Криогенные установки. Промышленность. Научные исследования. Кадровое сопровождение отрасли.

**E.I. Borzenko**

## DEPARTMENT OF CRYOGENIC ENGINEERING OF SAINT PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF REFRIGERATION AND FOOD TECHNOLOGIES ON THE EVE OF THE ANNIVERSARY ALMA-MATER

*Many experts working in the cryogenic industry well know department Cryogenic Engineering of Saint Petersburg State University of Refrigeration and Food Technologies. The department was organized in 1953. During its existence it has let out about 5 thousand mechanical engineers. They work at the various industrial enterprises, in design and scientific research institutes. The scientific achievements of the department, for example, in the field of working out of theoretical bases and practical use of methods for obtaining very pure oxygen, nitrogen and argon are known. The department has modern teaching and laboratory base. Educational process at the department is provided with the regular publication of monographs, textbooks, manuals and handbooks.*

**Keywords:** Cryogenic Engineering. Education. Mechanical engineer. Oxygen. Nitrogen. Argon. Helium. Cryogenic units. Industry. Scientific researches. Personnel support the industry.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В мае 2011 г. исполняется 80 лет со дня основания Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ). В его состав с 1953 г. входит кафедра криогенной техники, которая является одной из ведущих специальных кафедр университета.

Её создание было обусловлено широким применением в металлургии, машиностроении, химии, энергетике, ракетной технике и других отраслях народного хозяйства систем глубокого охлаждения. А это требовало обеспечения многих отраслей квалифицирован-

ными специалистами, для подготовки которых в ряде вузов СССР начали обучение инженерных кадров в области глубокого охлаждения и разделения газов.

В связи с этим в 1953 г. решением Министерства высшего и среднего специального образования СССР в Ленинградском технологическом институте холодильной промышленности (ЛТИХП) на холодильном факультете была создана кафедра глубокого охлаждения и разделения газов. Первый заведующий этой кафедрой — к.т.н., доцент *Иван Кузьмич Кондряков* (см. фото 1). Вместе с ним на кафедре начал работать к.т.н., доцент *Семён Самойлович Будневич*, впоследствии, как и И.К. Кондряков, док-

тор технических наук и профессор.

Можно считать, что становление кафедры как педагогического и научного подразделения института началось с 1955 г. Оно было связано с приходом на кафедру д.т.н., профессора *Константина Ивановича Страховича* (фото 2).

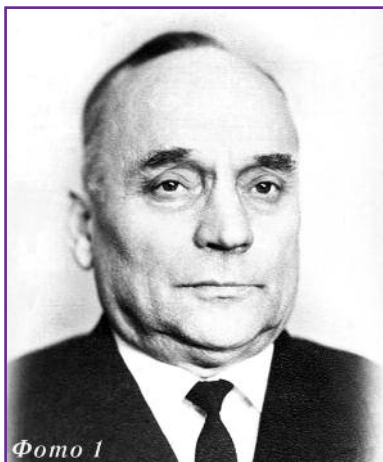


Фото 1

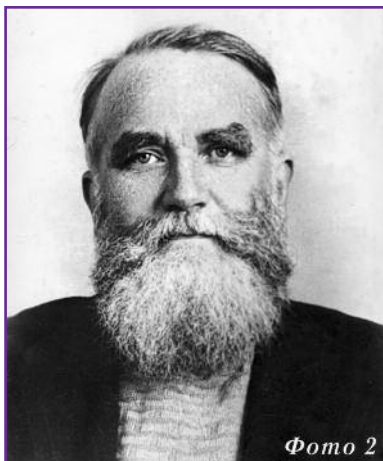


Фото 2

Константин Иванович принадлежал к плеяде талантливых русских учёных, обладал разносторонними энциклопедическими знаниями. Круг его научных интересов был необычайно широк. Он с успехом работал в области термо- и газодинамики, гидравлики, тепло- и массообмена, компрессорных машин, криогеники и ряда других отраслей науки. Его услугами пользовались многочисленные научно-исследовательские организации и промышленные предприятия.

Появление в составе кафедры такого крупного учёного позволило не только поднять на более высокий уровень учебно-методическую работу, но и положить начало работе аспирантуры и целенаправленной научной деятельности сотрудников.

С приходом на кафедру К.И. Страховича через относительно короткий промежуток времени к работе на кафедре был привлечён ряд специалистов, работавших на предприятиях и в НИИ. В их числе был выдающийся учёный и крупнейший специалист в области турбокомпрессоростроения, главный конструктор компрессорных машин Невского машиностроительного завода им. В.И. Ленина д.т.н., профессор *Влади-*

*мир Фёдорович Рис*. Другим известным учёным, который в это же время начал работать на кафедре, был д.т.н., профессор *Марк Исаакович Френкель*, который в ЛенНИИхиммаше возглавлял отдел поршневых компрессорных машин. Он был широко известен не только в нашей стране, но и за рубежом среди специалистов, занимающихся проектированием, разработкой и созданием поршневых компрессорных машин различного назначения. Его монография «Поршневые компрессоры», которая неоднократно переиздавалась, не потеряла своей актуальности и в настоящее время.

Для чтения студентам лекций по вопросам монтажа, наладки и эксплуатации криогенных машин и установок был приглашён один из ведущих сотрудников ЦНИИ им. А.Н. Крылова д.т.н., профессор *Георгий Карлович Гейнрихс*. Он являлся специалистом в области криогенных систем и установок, используемых на гражданских и военных судах различного назначения.

С приходом на кафедру известных учёных и практиков, она стала не только одной из ведущих специальных кафедр ЛТИХП, но получила всесоюзное признание как высококвалифицированный научно-педагогический коллектив [1-3].

Начала активно работать аспирантура кафедры. Характерной особенностью аспирантуры было то, что она готовила научные и преподавательские кадры высшей квалификации не только для нашего института, но и для многих предприятий, НИИ и вузов, расположенных в других городах.

Аспирантами К.И. Страховича были инженеры НМЗ им. В.И. Ленина — *Н.А. Широков* и *Б.Л. Гунбин*. Большая группа аспирантов кафедры состояла из сотрудников НПО «Микрокриогенная техника» (в настоящее время ОАО «Сибкриотехника») г. Омска, в числе которых были *А.К. Грезин*, *Л.Л. Штейн*, *В.Г. Бахнев* и *И.Х. Карагузов*. Все они защитили кандидатские диссертации и в последующие годы составили основу административного и научного руководства НПО «Микрокриогенная техника». А.К. Грезин в настоящее время является генеральным директором ОАО «Сибкриотехника».

В последующие годы закончили аспирантуру кафедры и защитили кандидатские диссертации некоторые преподаватели и научные сотрудники Омского политехнического института, Казахского химико-технологического института, НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, ГОИ им. С.И. Вавилова, СПбИЯФ им. Б. Константинова и ряда других организаций.

### 3. ОТ ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ К КРИОГЕННОЙ ТЕХНИКЕ

В 1974 г. кафедру возглавил д.т.н., профессор *Г.А. Головки* (фото 3), который заведовал кафедрой до 1993 г. С 1993 г. кафедрой руководил профессор *Л.А. Акулов* (фото 4). В настоящее время ею заведует д.т.н., профессор *Е.И. Борзенко* (фото 5).

Важный этап в развитии кафедры начался в 1974 г., когда, в соответствии с приказом Минвуза СССР,

вместо специализации «Машины и установки глубокого холода», входившей в учебный план специальности 0529 «Холодильные и компрессорные машины и установки», была открыта специальность 0579 «Криогенная техника» со специализациями «Криогенные машины и установки» и «Установки сжижения и разделения газов».

В настоящее время на кафедре криогенной техники подготовка кадров с высшим образованием ведётся по пяти профессиональным образовательным программам, содержание которых соответствует направлениям подготовки 140400 «Техническая физика» и 140500 «Энергомашиностроение» и специальностям 140401 «Техника и физика низких температур», 140504 «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование». По направлению «Техническая физика» ведётся подготовка бакалавров техники и технологии (140400.62), по направлению «Энергомашиностроение» — бакалавров техники и технологии (140500.62), и магистров техники и технологии (140500.68). Подготовка инженеров по специальности 140401.65 организована по программе специализации «Криомедицинская техника»; по специальности 140504.65 — по двум специализациям «Криогенная техника и технология» и «Криогенные системы сжижения, разделения и хранения криопродуктов».



Фото 3



Фото 4

Учебно-лабораторная база выпускающей кафедры криогенной техники соответствует содержанию

образовательных программ дипломированных специалистов, бакалавров и магистров. Учебные лаборатории оснащены необходимыми системами и средствами обеспечения безопасности работ, лабораторным оборудованием, материалами, укомплектованы приборами и установками для проведения теплотехнических испытаний и других исследований, определяемых рабочими программами (фото 5).



Фото 5



Фото 6

Для освоения сложной взаимосвязи параметров при пуске и поддержании рабочих характеристик промышленных установок КГУ 150/4,5 и АжК-0,02 используются виртуальные тренажёрные программы для ПЭВМ (фото 6).

Кафедра криогенной техники оснащена компьютерами, которые используются при проведении учебного процесса, студенческих научных работ, организационно-методических работ. ПЭВМ установлены в компьютерном классе. Проведение занятий в нём включено в общее расписание кафедры. В лекционной аудитории и учебном классе установлены мультимедийные проекторы, которые активно используются в учебном процессе.

Кафедра криогенной техники как выпускающая располагает высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, обеспечивающим подготовку специалистов в соответствии с требованиями профессиональных образовательных программ.

В составе педагогического коллектива кафедры трудятся 17 преподавателей. Все они имеют учёные



степени. Из них — 4 доктора технических наук, 5 профессоров и 5 совместителей. Среди совместителей на должностях профессоров работают генеральный директор ОАО «Компрессор» и технический директор по науке ОАО «Энтехмаш». На кафедре трудятся два заслуженных работника высшей школы РФ, один заслуженный машиностроитель РФ. Пять сотрудников кафедры криогенной техники являются академиками Международной академии холода.

Подготовка студентов ведётся по трёхуровневой системе с выпуском бакалавров, инженеров и магистров.

Кафедрой был подготовлен и издан ряд учебников, справочников и учебных пособий. В 1961 г. вышел в свет учебник для вузов «Компрессорные машины», написанный К.И. Страховичем, М.И. Френкелем, И.К. Кондряковым и В.Ф. Рисом. Несмотря на то, что с момента издания этой книги прошло около 50 лет, она и сейчас не потеряла своей актуальности и в некоторых вузах даже сегодня используется в учебном процессе.

В 1966 г. был подготовлен и издан в издательстве «Машиностроение» второй учебник для вузов — «Расширительные машины», в подготовке которого приняли участие К.И. Страхович, И.К. Кондряков, В.Н. Новотельнов, а также сотрудники ВНИИКИмаша В.И. Епифанова и К.С. Буткевич.

В 1991 г. издательством «Политехника» (СПб.) был выпущен учебник для вузов «Криогенные машины», авторами которого были В.Н. Новотельнов, А.Д. Суслов и В.Б. Полтараус, а в 2001 г. в том же издательстве — учебное пособие «Теплофизические свойства криопродуктов», которое было написано Л.А. Акуловым, Е.И. Борзенко, В.Н. Новотельновым и А.В. Зайцевым. Кроме того, через центральные издательства было выпущено семь учебных пособий и справочников [4-10]. Внутривузовским путём — более 20 наименований учебных пособий и конспектов лекций, подготовленных преподавателями кафедры.

#### 4. НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ КАФЕДРЫ

Одновременно с началом учебной деятельности сотрудники и преподаватели кафедры стали активно заниматься научными исследованиями. Одной из первых научных работ, выполненных под руководством С.С. Будневича и И.К. Кондрякова, была модернизация воздуходелительной установки ТК-200. Её модернизация обеспечила возможность получения одновременно с жидким кислородом ещё и газообразного кислорода. При этом производительность установки по кислороду возросла почти в 2 раза, что привело к существенному снижению удельных энергозатрат на получение кислорода. Академик П.Л. Капица положительно оценил проведённую кафедрой работу.

Параллельно с этим выполнялись работы по созданию эффективных аппаратов и установок разделения воздуха, которыми руководил профессор С.С. Будневич. Позднее из этого направления выделились две важные научные работы. Одна из них была связана с получением особо чистых веществ методом низ-

котемпературной ректификации. Эта работа проводилась под руководством профессоров Л.А. Акулова и Е.И. Борзенко. Во второй — решались вопросы низкотемпературной адсорбционной очистки газов. Руководителем работ был д.т.н., профессор Г.А. Головкин. В результате проведённых по этому направлению работ с участием кафедры был создан ряд промышленных модулей по получению особо чистого кислорода, азота высокой чистоты и других газов и жидкостей, а также впервые в СССР реализован на промышленных установках метод низкотемпературной адсорбционной очистки аргона от кислорода.

Основателем направления, связанного с совершенствованием компрессорных и расширительных машин, был профессор К.И. Страхович. Под его руководством проводился большой комплекс исследований в области совершенствования расчётов и конструкций компрессорных и расширительных машин. Были проведены важные и интересные исследования по методам проектирования турбокомпрессоров для сжатия многоатомных газов и газовых смесей; разработаны предпосылки для создания турбомашин с предельно малыми производительностями при достаточно высоких степенях повышения давления.

Д.т.н., профессором В.Н. Новотельновым было создано новое научное направление по моделированию переходных процессов в криогенных системах. Под его научным руководством подготовлена группа научных работников.

В настоящее время ряд преподавателей и сотрудников кафедры под руководством профессоров И.К. Прилуцкого и Л.Г. Кузнецова проводят комплексные исследования рабочих циклов и систем газораспределения детандерных ступеней; обоснованию целесообразности применения неметаллических материалов в элементах поршневых компрессорных и расширительных машин; разработке высокооборотных мало-расходных воздушных и газовых агрегатов многофункционального назначения в «сухом» исполнении на компрессорных базах с традиционным (кривошипно-шатунным) и специфическими (аксиальными и др.) механизмами движения.

И.К. Прилуцким и его учениками выполнен большой объём работ по созданию поршневых детандеров нового поколения на унифицированных базах. Эти работы успешно проводятся с такими организациями и предприятиями Санкт-Петербурга, как ОАО «Компрессор», ОАО «НИИхиммаш», ОАО «Пневматика» и рядом других.

Следует отметить комплекс исследований по улучшению характеристик криовакуумных насосов, проведённых д.т.н., профессором В.И. Ивановым, а также цикл исследований системы охлаждения криотурбогенераторов жидким гелием сверхкритического давления, выполненных В.Н. Новотельновым, Е.И. Борзенко и Л.А. Акуловым для АО «Электросила» и НИИ «Электромаш» РАН.

В 80-ых годах прошлого столетия под руководством профессоров Л.А. Акулова и Е.И. Борзенко начали проводиться совместно с «АтлантНИРО» работы

по использованию азотных технологий в процессах охлаждения и замораживания рыбы. В дальнейшем это направление получило на кафедре значительное развитие. Для одного из отечественных рыбокомбинатов совместно с ООО «Пищепроект» была разработана, изготовлена и пущена в эксплуатацию скороморозильная установка туннельного типа АСУ-1 для замораживания судака и окуня. Эта установка после незначительной модернизации успешно работает в течение ряда лет при средней производительности 400 кг/ч рыбы.

По заданию ОАО «Самсон» были разработаны специальные рефрижераторные установки, размещаемые в теплоизолированных кузовах грузовых автомашин. Поддержание необходимой температуры внутри кузова осуществлялось с помощью жидкого азота, поступающего из специальной ёмкости объёмом 60 л, размещённой внутри кузова. По мере необходимости жидкий азот с помощью погружного центробежного насоса подавался через трубопровод в коллектор и распылялся во внутреннем объёме кузова. Это позволило в летнее время при развозке мясных изделий и полуфабрикатов исключить ухудшение их товарного вида и качества в течение всего рабочего дня, несмотря на частое открывание дверей.

Совместно с ЗАО «Нела» (г. Санкт-Петербург) была разработана система быстрого замораживания высокорецептурных хлебобулочных изделий с помощью жидкого азота для их последующего хранения в стационарных холодильных камерах. Длительная эксплуатация таких установок подтвердила высокую эффективность этого способа и высокое качество продукции, получаемой после размораживания и выпечки.

Профессором А.Ю. Барановым ведутся работы в области криомедицины, начатые на кафедре профессором Г.А. Головки. Был изготовлен ряд криотерапевтических камер для охлаждения, в которых используется жидкий азот. Аэрокриотерапия успешно применяется в нескольких направлениях медицины, к которым относятся ревматология, дерматология, пульмонология и косметология. С 1998 г. производятся криотерапевтические комплексы «КАЭКТ-01-КРИОН», зарегистрированные в Минздраве РФ.

Результаты большинства из выполненных на кафедре НИР изложены в 11 монографиях [11-21], написанных сотрудниками кафедры, и в многочисленных статьях, опубликованных в отечественных и зарубежных периодических изданиях. Научные работы также докладывались на конгрессах, конференциях, семинарах и симпозиумах, проходивших в нашей стране и за рубежом.

Изобретения кафедры защищены многочисленными авторскими свидетельствами СССР, патентами РФ и более чем 40 зарубежными патентами США, Японии, Великобритании и других странах.

В настоящее время на кафедре продолжают научно-исследовательские работы по основным направлениям криогенной техники. Так, профессорами Л.А. Акуловым и Е.И. Борзенко с рядом сотрудников проводится комплекс исследований по созданию и разработке установки, предназначенной для очистки дыха-

тельной смеси, применяемой для проведения глубоководных работ, с целью извлечения из неё гелия для дальнейшего использования.

Под руководством профессора И.К. Прилуцкого ведутся работы, посвящённые методам расчёта и оптимального проектирования компрессорных и расширительных машин, предназначенных для применения в системах криогенной техники. Профессором В.И. Ивановым выполняются научные исследования по криосорбционным вакуумным насосам для откачки газов в системе кислородно-йодного лазера. Под руководством доцента О.В. Пахомова коллектив сотрудников ведёт работы по аналитической ведомственной целевой программе Министерства образования и науки РФ «Развитие научного потенциала высшей школы в 2009-2011 гг.» по теме «Разработка твердотельных охладителей на электрокалорическом эффекте» в рамках направления «Фундаментальные исследования для технических приложений». Продолжаются работы в области криомедицины под руководством профессора А.Ю. Баранова, имеющие целью совершенствование конструкций криокамер для криотерапевтического лечения.

## 5. ВКЛАД КАФЕДРЫ В КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРИОГЕННОЙ ОТРАСЛИ

За годы существования кафедры было выпущено около 5000 инженеров-механиков, специализирующихся в области криогенной техники. Они трудятся в многочисленных проектных и научных организациях, а также на промышленных предприятиях.

Инженерные кадры, подготовленные кафедрой, работают в различных производственных коллективах нашей страны. Многие из них занимали и продолжают занимать ответственные должности в промышленных, проектных и научных организациях. Кафедра гордится своими питомцами.

Один из первых выпускников кафедры Иван Петрович Вишнев начал свою производственную деятельность в середине 50-ых годов прошлого века в одной из лабораторий ВНИИкймаша, где исследовались процессы кипения и конденсации кислорода и азота в длиннотрубных конденсаторах-испарителях новой конструкции. Аппараты этого типа в дальнейшем нашли применение во всех отечественных воздухоразделительных установках низкого давления.

Впоследствии под руководством И.П. Вишнева был выполнен комплекс научных работ для космической техники, связанных с хранением и применением жидкого кислорода в ракетной технике. Он успешно защитил диссертацию и получил учёную степень кандидата технических наук. В 1966 г. после ухода из ВНИИкймаша Г.М. Баранова и В.И. Епифановой его директором стал И.П. Вишнев, который проработал в этой должности до февраля 1968 г. При его участии была проведена реорганизация ВНИИкймаша, в результате которой были образованы ВНИИКриогенмаш с филиалом в г. Омске и НПО «Гелиймаш». В 1968 г. с приходом к руководству В.Л. Белякова, И.П. Вишнев стал первым заместителем

директора по научной работе ВНИИКриогенмаша. В этой должности он проработал до 1971 г. На основе теоретических и экспериментальных исследований И.П. Вишнева были разработаны способы криогенной стабилизации сверхпроводящих устройств. Эти материалы научных исследований были использованы во ВНИИэлектромаше, где выполнялись работы по созданию криотурбогенераторов под руководством академика АН СССР *И.А. Глебова*. При проведении этих работ по предложению В.П. Вишнева была разработана и внедрена двухконтурная система охлаждения сложных электротехнических устройств.

*Владимир Васильевич Леонов* — выпускник кафедры 1956 года. Большая часть последующего периода его инженерной деятельности была связана с ВНИИкимашем, а впоследствии с НПО «Криогенмаш», где от рядового инженера он дошёл до начальника крупного отдела, который занимался вопросами криогенной и вакуумной техники, связанными с их использованием в космических областях. Защитил кандидатскую диссертацию. Принимал активное участие в испытаниях железнодорожных кислородных заводов ЖКД2-3 и ЖКД3-3, из которых последний обеспечивал производство до 3000 кг жидкого  $O_2$ /ч. В 1986-1989 гг. В.В. Леонов был генеральным директором НПО «Гелиймаш».

*А.А. Мокин* — выпускник кафедры первых лет. Начал работу в кислородном цехе Щёкинского газового завода, который стал одним из ведущих предприятий химической промышленности — Щёкинским химическим комбинатом. Начальником кислородного цеха на этом предприятии был А.А. Мокин. Этот цех в значительной степени был опытно-производственной базой для ВНИИкимаша, где на практике проверялись научно-технические решения в области воздухо-разделительной техники. Впоследствии А.А. Мокин стал главным инженером Щёкинского химкомбината. За участие в разработке и внедрении ряда новых технических решений был удостоен звания лауреата Государственной премии СССР. Он успешно защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата экономических наук. В дальнейшем А.А. Мокин трудился в Министерстве химической промышленности СССР, где возглавлял один из важнейших отделов министерства.

Выпускником кафедры можно считать и *Евгения Валентиновича Оносовского*, который начал своё обучение на кафедре, а затем был послан для завершения высшего образования в Чехословакию. Позже он в 1972-1988 гг. работал заместителем генерального директора НПО «Гелиймаш» по научной работе.

Можно было бы продолжить рассказ о судьбах и других наиболее ярких наших питомцев. Кафедра продолжает поддерживать контакты с выпускниками. Часто помогает им консультациями или предоставлением необходимой информации. Некоторые из них обучаются в аспирантуре кафедры и затем становятся нашими сотрудниками и преподавателями. Этот процесс не прекращается, он обогащает как выпускников, так и саму кафедру.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Акулов Л.А.** 50 лет кафедре криогенной техники Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий// Химическое и нефтегазовое машиностроение. — 2003. — № 11. — С. 24-25.
2. **Акулов Л.А.** 50-летие кафедры криогенной техники СПбГУНиПТ// Известия СПбГУНиПТ. — 2003. — № 2. — С. 5-10.
3. **Борзенко Е.И.** Кафедра криогенной техники за последние пять лет// Известия СПбГУНиПТ. — 2009. — № 1. — С. 6-8.
4. Примеры расчётов установок глубокого охлаждения/ Под ред. **С.С. Будневича**. — Л.: Машиностроение, 1972. — 288 с.
5. Расчёт криогенных установок/ Под ред. **С.С. Будневича**. — Л.: Машиностроение, 1979. — 367 с.
6. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Ч. III. Теплофизические основы/ **А.В. Бараненко, В.Е. Куцакова, Е.И. Борзенко, С.В. Фролов**. — М.: Колос, 2004. — 249 с.
7. Природный газ. Метан: Справочник/ **С.Ю. Пирогов, Л.А. Акулов, М.В. Ведёрников и др.** — СПб.: НПО «Профессионал», 2006. — 848 с.
8. Холодильная технология пищевых продуктов. Учебник для вузов. В трёх частях. Ч. I. Теплофизические основы/ **А.В. Бараненко, В.Е. Куцакова, Е.И. Борзенко, С.В. Фролов**. — СПб.: ГИОРД, 2008. — 221 с.
9. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов/ **А.В. Бараненко, В.Е. Куцакова, Е.И. Борзенко, С.В. Фролов**. — СПб.: ГИОРД, 2008. — 272 с.
10. **Акулов Л.А., Борзенко Е.И., Зайцев А.В.** Теплофизические свойства и фазовое равновесие криопродуктов: Справочник. — СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. — 567 с.
11. **Головко Г.А.** Аппараты и установки для производства аргона. — М.-Л.: Машиностроение, 1965. — 164 с.
12. **Будневич С.С.** Процессы глубокого охлаждения. — Л.-М.: Машиностроение, 1966. — 260 с.
13. **Головко Г.А.** Установки для производства инертных газов. — Л.: Машиностроение, 1974. — 384 с.
14. **Новотельнов В.Н.** Расчет криогенных систем методом малых отклонений. — Л.: Из-во ЛГУ, 1976. — 144 с.
15. **Иванов В.И.** Безмасляные вакуумные насосы. — Л.: Машиностроение, 1980. — 160 с.
16. **Акулов Л.А.** Установки для разделения газовых смесей. — Л.: Машиностроение, 1983. — 215 с.
17. **Головко Г.А.** Криогенное производство инертных газов. — Л.: Машиностроение, 1983. — 416 с.
18. Поршневые компрессоры/ **Б.С. Фотин, И.Б. Пирумов, И.К. Прилуцкий и др.** — Л.: Машиностроение, 1987. — 220 с.
19. **Борзенко Е.И.** Статика и динамика элементов криогенных систем. — Л.: Из-во ЛГУ, 1988. — 212 с.
20. Теплофизические свойства криопродуктов/ **Л.А. Акулов, Е.И. Борзенко, В.Н. Новотельнов и др.** — СПб.: Политехника, 2001. — 243 с.
21. **Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А.** Материаловедение. Применение и выбор материалов. — СПб.: Химия, 2007. — 195 с.