

МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА НАУКОВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА БІБЛІОТЕКА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОВЧАРЕНКО ЮЛІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 536.483(09)

ДИСЕРТАЦІЯ

**СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК КРІОФІЗИКИ В УКРАЇНІ
(30-ті рр. XX ст. – початок XXI ст.)**

07.00.07 – історія науки й техніки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Ю. С. Овчаренко

Науковий керівник: Ткаченко Світлана Сергіївна,
кандидат історичних наук, доцент

Київ – 2018

АНОТАЦІЯ

Овчаренко Ю. С. Становлення та розвиток кріофізики в Україні (30-ті рр. XX ст. – початок XXI ст.) – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук за спеціальністю 07.00.07 «Історія науки й техніки». – Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, Київ, 2018.

У дисертації на основі історіографічного аналізу, введення до наукового обсягу значної джерельної бази та методологічних засад проведено комплексне дослідження становлення та розвитку наукових досліджень у галузі фізики низьких температур в Україні. Викладено передісторію становлення та розвитку галузі фізики низьких температур в Україні.

Дисертація є завершеним, оригінальним і самостійним науковим дослідженням, яке присвячене досить актуальній темі в історії науки і техніки. Робота має важливе значення для розвитку історичних досліджень окремих галузей вітчизняної науки, наукових шкіл і різних форм організації науки, зокрема науково-дослідних інститутів, у тому числі й академічних.

Сформульовані в роботі наукові положення та висновки базуються на всебічному вивченні доробку попередників і залученні широкої репрезентативної джерельної бази. Джерельна база дослідження складається із значного масиву різноманітних джерел: архівні матеріали; опубліковані джерела, зокрема монографії, фахові періодичні видання в галузі фізики низьких температур; речові джерела. Чільне місце в дослідженні посідають архівні матеріали, виявлені у фондах центральних, державних архівів, архівах науково-дослідних та освітніх установ і бібліотеках України. Загалом до дослідження залучено 96 справ з 11 фондів з 6 архівних установ, переважну більшість яких запроваджено до наукового обігу вперше.

На основі узагальнення ключових фактів та важливих подій запропоновано періодизацію становленні та розвитку галузі кріофізики: I період (нижня межа – до 30-х рр. XX ст.) – зародження напряму досліджень у

галузі фізики низьких температур; II період (початок 30-х ХХ ст. – до початку Другої світової війни) – відкриття кріогенних лабораторій у світі; III період (роки Другої світової війни) – використання низьких температур для нового виду зброї та воєнної техніки; IV період (післявоєнний період) – активне застосування фізики низьких температур для металургійної та хімічної промисловості; V період (кінець 50-х рр. ХХ ст. – сьогодення) – кріогеніка стає галуззю практичної науки та техніки.

Встановлено, що визначальною тенденцією розвитку кріофізики в Україні стало створення вузькогалузових дослідних лабораторій та інститутів, що дало змогу поглибити науково-дослідну роботу. Першою кріогенною лабораторією в СРСР та четвертою у світі була організована у Фізико-технічному інституті у Харкові І. В. Обреїмовим, яку згодом очолив Л. В. Шубніков. УФТІ став базою для розгортання наукових досліджень з кріофізики в Україні. За допомогою УФТІ у 1954 р. була організована кріогенна лабораторія в Київському інституті фізики. Наприкінці 50-х рр. ХХ ст. фізична наука розвивалась досить динамічно, зокрема галузь фізики низьких температур відігравала значну роль у науково-технічному прогресі країни. Актуальними питаннями були дослідження і освоєння космічного простору, конструювання ракет, ракетопланів, керованих снарядів та іншої космічної техніки, а також механізмів та приладів для них. Ці завдання пов'язувалися з тим, що космічні літальні пристрої та матеріали, з яких вони виготовлені, повинні працювати в середовищі, що радикально відрізняється від земного за своїми фізичними характеристиками. Відповідно до перспективних планів розвитку науки АН СРСР і АН України для проведення перспективних наукових досліджень у галузі кріофізики та вирішення практичних завдань господарського комплексу країни у 1960 р. прийнято рішення про створення у Харкові Фізико-технічного інституту низьких температур (ФТІНТ).

У 1965 р. в Донецьку для теоретичної й експериментальної розробки проблем фізики твердого тіла та забезпечення подальшого технічного прогресу в металургійній, вугільній, машинобудівній промисловості створено Фізико-

технічний інститут (ДонФТІ). З'ясовано, що тісна співпраця з ФТІНТ дала можливість науковцям інституту в короткий термін освоїти отримання кріогенних рідин, що дозволило ДонФТІ проводити дослідження в галузі твердого тіла і комплексні дослідження речовини в екстремальних умовах (низькі температури, високий тиск, сильні магнітні поля тощо). У 1967 р. при Харківському університеті на фізичному факультеті для інтенсифікації наукових досліджень в галузі низькотемпературної фізики починає працювати кріогенна лабораторія зі своїм гелієм, створена В. Г. Хоткевичем. Кріогенна лабораторія є єдиною у вищих навчальних закладах України, яка забезпечує кріогенними рідинами навчальний процес і наукові дослідження в університеті.

На основі різнопланових джерел обґрунтовано, що відкриття нових явищ і початок фундаментальних розробок у галузі кріогенної фізики надали поштовх становленню нового напрямку – кріобіології та кріомедицині. Завдяки напрацюванням окремих винахідників: Б. Г. Лазарева, Б. І. Веркіна, М. С. Пушкаря, В. І. Грищенка та ін. у 1968 р. в Українському інституті удосконалення лікарів МОЗ СРСР на території Харківського обласного онкологічного диспансеру створено проблемну науково-дослідну лабораторію низькотемпературної консервації кісткового мозку і крові. Нами доведено, що розвитку нового напрямку сприяло створення на базі лабораторії ФТІНТ у 1972 р. Інституту проблем кріобіології і кріомедицини (ІПКіК) НАН України. 22 червня 1994 р. в Міністерстві юстиції України була зареєстрована добровільна самоврядна громадська організація Українське товариство кріобіології і кріомедицини (УТКіК), перший з'їзд якої відбувся в Харкові у 1995 р. (18–20 жовт.). У 1998 р. на базі ІПКіК за підтримки ЮНЕСКО створено єдину в світі Міжнародну кафедру кріобіології і кріомедицини.

Розроблено і обґрунтовано періодизацію у науково-дослідній діяльності ФТІНТ. Узагальнено відомості про наукові школи, які сформувались в інституті. Показано їх вплив на подальший розвиток фізики низьких температур. Обґрунтовано внесок у розроблення питань кріофізики наукових шкіл: фізиків-кріогенщиків під керівництвом академіка АН України

Б. І. Веркіна та низькотемпературного магнетизму під керівництвом академіка АН України В. В. Єременко. Встановлено, що ФТІНТ брав активну участь у розробці методів та апаратів для кріомедицини. Розкрито, що на основі фундаментальних досліджень явищ надпровідності в умовах низьких температур провідними фахівцями ФТІНТ розроблена унікальна високочутлива геофізична апаратура для індикації слабких сигналів електромагнітного випромінювання в інфрачервоному діапазоні частот і випромінювання малих змін магнітних полів. За допомогою нових сконструйованих пристроїв стало можливим проведення аналізу складу верхніх шарів атмосфери, необхідного при геофізичній розвідці з метою пошуку корисних копалин. Доведено, що ФТІНТ був провідним центром в розробці та впровадженні кріогенного машинобудування.

Розкрито результативність спільних комплексних проектів ФТІНТ із науковими центрами та галузевими підприємствами країни та значимість їх інтегрування у сферу виробництва, окреслено напрями двостороннього міжнародного співробітництва ФТІНТ з науково-дослідними установами провідних країн світу.

Визначено роль учених ФТІНТ у підготовці кадрів вищої кваліфікації та інженерних для підприємств різних галузей народногосподарського комплексу країни. На основі архівних документів вивчено динаміку роботи аспірантури. З 1960 р. в інституті працює науково-технічна рада з проблеми «Фізика низьких температур і кріогенної техніки» та наукова рада, яка на той момент була єдиною в Академії наук, що брала до захисту одночасно кандидатські й докторські дисертації зі спеціальностей: фізика низьких температур, теоретична фізика, магнетизм, фізика твердого тіла, надпровідність, математичний аналіз, математична фізика, геометрія. Обґрунтовано, що провідні науковці інституту сприяли створенню нових кафедр у вищих навчальних закладах Харкова, читали лекції зі спеціальних дисциплін, були авторами багатьох навчально-методичних посібників, керували дипломними роботами студентів, які мали можливість проходити стажування у ФТІНТ.

Українськими вченими організовано загальноміський семінар з фізики низьких температур, який проводився двічі на місяць, де обговорювалися оригінальні новаторські роботи, що виконувалися співробітниками ФТІНТ та інших наукових установ. Для обговорення актуальних питань з математичної фізики, обчислювальної математики, підвищення кваліфікації інженерів при обчислювальному центрі ФТІНТ організований загальноміський постійно діючий семінар для математиків.

Грунтовно висвітлено досвід та напрями міжнародного співробітництва вчених ФТІНТ з науково-дослідними установами західно- та східноєвропейських країн у сфері фізики низьких температур, що були ефективною формою підвищення кваліфікації та визначенням актуальності проблем, які досліджувалися в інституті. Досліджено та розкрито зв'язки ФТІНТ із багатьма закордонними науково-дослідними центрами, інститутами та підприємствами, які дозволяли провідним науковцям інституту отримувати новітню матеріально-технічну базу, експериментальні зразки, новітню наукову інформацію, що підвищувало ефективність дослідної роботи, скорочувало терміни досліджень у галузі фізики й техніки низьких температур. Проаналізовано результативність науково-дослідної роботи вчених інституту, інтегрування результатів їх діяльності в українську промисловість.

Науковий доробок вітчизняних вчених свідчить про їх вагомий внесок у становлення та розвиток кріофізики в Україні, підвищення економічного ефекту розробок у багатьох галузях промисловості за рахунок впровадження нових методів та техніки у виробництво.

Практичне значення роботи полягає в тому, що введення до наукового обігу маловідомих чи нових даних та систематизація відомих результатів можуть використовуватися для вивчення споріднених питань, написанні монографій та узагальнюючих наукових праць із близьких та стичних тем. Дисертаційне дослідження дає можливість систематизувати вітчизняну історію науки й техніки та розширити існуючі відомості у галузі низькотемпературної фізики в Україні, зокрема в Харкові. Дисертація також містить значний

фактичний матеріал та концептуальні положення, які можуть використовуватися у вищих навчальних закладах при викладанні навчальних дисциплін «Історія науки й техніки» та «Історія фізики», підготовці тематичних спецкурсів поглибленого вивчення історії природничих наук та техніки, створенні підручників і посібників із зазначених дисциплін.

Ключові слова: фізика низьких температур, кріофізика, Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України, наднизькі температури, кріомедицина, надпровідність.

ANNOTATION

Ovcharenko Y. S. The formation and development of cryophysics in Ukraine (30s of the 20th century – the beginning of the 21st century). – The qualified scientific work to be presented as a manuscript.

The dissertation for the scientific degree of the Candidate of Historical Science, the specialty 07.00.07 – History of Science and Techniques. – The National Scientific Agricultural Library of NAAS, Kyiv of Ukraine, 2018.

The thesis is a scientific historical research. The formation and development of scientific research in the field of physics of low temperatures (30s of the 20th century – the beginning of the 21st century) are disclosed involving broad-based sources and methodological foundations. The prehistory of the formation of low temperature physics in Ukraine is described.

The dissertation is a complete, original and independent scientific research devoted to a very relevant topic in the history of science and technique. The work is important for the development of historical studies of certain branches of national science, scientific schools and various forms of organization of science in research institutes, including academic ones.

The scientific positions and conclusions formulated in the work are based on a detailed study of the precursor's work and the involvement of a wide-ranging source of sources. The source of the research consists of a large array of diverse sources: archival materials; published sources, in particular monographs, professional periodicals in the field of low temperature physics; real sources. The archival materials, inventions in the central, state archives, archives of research and educational institutions and libraries of Ukraine occupy a leading place in the research. In total, 96 acts of 11 funds from 6 archival institutions were involved in the study, the overwhelming majority of which were introduced for scientific research in the first time.

On the basis of generalization of key facts and important events, periodization of the formation and development of the branch of cryophysics is proposed: Period I (the lower boundary – up to 30th of the XX century) - the origin of the direction of research in the field of low temperature physics; Period II (beginning of 30th XX century – before the Second World War) – opening of cryogenic laboratories in the world; Period III (years of the Second World War) - use of low temperatures for a new type of weapons and military equipment; Period IV (post-war period) – active application of low temperature physics for the metallurgical and chemical industry; Period V (the end of the 50's of the twentieth century – the present) – cryogenic becomes a branch of practical science and technology.

The establishment of narrow-band research laboratories and institutes was the decisive trend in the development of cryophysics in Ukraine, which made it possible to deepen research work. The first cryogenic laboratory in the USSR and the fourth in the world was organized by I. Oreimov at the Institute of Physics and Technology in Kharkov, which was subsequently headed by L. Shubnikov. Institute has become the basis for the deployment of scientific researches on cryophysics in Ukraine. With the help of it in 1954, a cryogenic laboratory was organized at the Kiev Institute of Physics. At the end of the 1950's physics were developing quite dynamically, in particular, the branch of low-temperature physics played a significant role in the scientific and technological progress of the country. Actual issues were exploration and development of outer space, the design of missiles, rocket planes, guided shells and other space technology, as well as mechanisms and devices for them. These tasks were related to the fact that space-based aircraft and materials from which they were made should work in an environment that is radically different from the earth's physical characteristics. According to the perspective plans for the development of science of the Academy of Sciences of the USSR and the

Academy of Sciences of Ukraine for conducting promising scientific research in the field of cryophysics and solving the practical tasks of the country's economic complex in 1960 was made the decision about opening Physic and Technic Institute of Low Temperatures.

In 1965, the Physical-Technical Institute was established in Donetsk for theoretical and experimental development of problems of solid state physics and the provision of further technological progress in the metallurgical, coal, machine-building industry. It was discovered that close cooperation with the institute of low temperatures enabled scientists of the institute to master cryogenic liquids in a short time, which allowed Physical-Technical Institute to conduct research in the field of solids and complex investigations of substances in extreme conditions (low temperatures, high pressures, strong magnetic fields, etc.). In 1967, at the Kharkov University, at physical faculty to intensify scientific research in the field of low-temperature physics begins to operate a cryogenic laboratory with its helium, created by V. Khotkevich. The cryogenic laboratory is the only one in the universities of Ukraine, which provides cryogenic fluids to the educational process and scientific research at the university.

Based on diverse sources, it was substantiated that the discovery of new phenomena and the beginning of fundamental developments in the field of cryogenic physics gave an impetus to the emergence of a new direction - cryobiology and cryomedicine. On the base of the work of individual inventors: B. Lazarev, B. Verkina, M. Pushkar, V. Grishchenko, and others. In 1968, a problem research laboratory for low-temperature bone marrow and blood preservation was created at the Ukrainian Institute for the Improvement of Doctors on the territory of the Kharkov Regional Oncology Dispensary. The development of a new direction was facilitated by the creation of the Institute of Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of

Sciences of Ukraine in 1972. On June 22, 1994, the Ukrainian community of cryobiology and cryomedicine, the first congress of which took place in Kharkov in 1995 (October 18-20), was registered in the Ministry of Justice of Ukraine. In 1998, with the support of UNESCO, on the basis of the Institute of Problems of Cryobiology and Cryomedicine a unique International Department of Cryobiology and Cryomedicine was established.

The periodization in the research activity of the institute of low temperatures is developed and substantiated. The information about the scientific schools that were formed at the institute is generalized. Their influence on the further development of low temperature physics is shown. The contribution to the development of the issues of cryophysics of scientific schools: cryosurgery physicists under the guidance of academician of the Academy of Sciences of Ukraine B. Verkina and low-temperature magnetism under the guidance of Academician of the Academy of Sciences of Ukraine V. Eremenko is substantiated. It has been established that the institute of low temperatures actively participated in the development of methods and apparatus for cryomedicine. It is disclosed that on the basis of fundamental studies of the phenomena of superconductivity in low temperature conditions, the leading specialists of the institute of low temperatures developed a unique high-sensitivity geophysical apparatus for indicating weak signals of electromagnetic radiation in the infrared frequency range and radiation of small changes in magnetic fields. With the help of newly designed devices, it was possible to analyze the composition of the upper layers of the atmosphere required for geophysical exploration in order to find minerals. It has been proved that the institute of low temperatures was a leading center in the development and implementation of cryogenic engineering.

The effectiveness of the joint complex projects of the Institute of Low Temperatures with the scientific centers and industry enterprises of the country

and the significance of their integration into the sphere of production are revealed, directions of bilateral international cooperation of the institute with the research institutions of the leading countries of the world are highlighted.

The role of scientists of the Institute of Low Temperatures in the training of highly skilled personnel and engineering personnel for enterprises of various sectors of the national economic complex of the country is determined. On the basis of archival documents, the dynamics of the post-graduate course work is studied. Since 1960, the Institute has a scientific and technical council on the problem of "Physics of low temperatures and cryogenic technology" and the scientific council, which at that time was the only one in the Academy of Sciences, which took simultaneously defense of candidate and doctoral dissertations in the specialties: low temperature physics , theoretical physics, magnetism, solid state physics, superconductivity, mathematical analysis, mathematical physics, geometry. It is substantiated that leading scientists of the institute contributed to the creation of new chairs in higher educational institutions of Kharkiv, lectures on special disciplines, authors of many teaching aids, guided theses of students who had the opportunity to undergo internship at the institute. By Ukrainian scientists were organized a city-wide seminar on low-temperature physics that was held twice a month, where they discussed the original innovative works by the staff at the Low Temperature Institute and other scientific institutions. For the discussion of topical issues in mathematical physics, computational mathematics, advanced training of engineers at the computer center of the institute, an all-city permanent workshop for mathematicians was organized.

The experience and directions of international cooperation of scientists of the Institute of Low Temperatures with research institutions of Western and Eastern European countries in the field of low temperature physics were thoroughly elucidated, which were an effective form of qualification

development and determination of the relevance of the problems studied at the institute. The Institute's contacts with many foreign research centers, institutes and enterprises were investigated and disclosed, which allowed the leading scientists of the institute to receive the latest material and technical base, experimental samples, the latest scientific information, which increased the efficiency of research work, reduced the time of research in the field of physics low temperature technology. The results of the research work of the Institute's scientists, integration of the results of their activity into the Ukrainian industry have been analyzed.

The scientific achievements of Ukrainian scientists testify to their significant contribution to the formation and development of cryophysics in Ukraine, the increase of the economic effect of developments in many industries by introducing new methods and techniques into production.

The practical value of the work is that the introduction of little known or new information into the scientific circulation and the systematization of known results can be used to study related questions, write monographs and generalized scientific papers of close topics. The dissertation research makes it possible to systematize the national history of science and technique and expand existing information in the field of low-temperature in Ukraine, in particular in Kharkov. The dissertation also contains significant factual material and conceptual provisions that can be used in institutes for the teaching of academic disciplines «History of science and technique» and «History of physics», preparation of thematic special courses of in-depth study of the history of natural sciences and engineering, the creation of textbooks and manuals on these disciplines.

Keywords: low temperatures, cryophysics, Physics and Technic Institute of Low Temperatures of B. I. Verkin, physics of low temperature, cryomedicine, superconductivity.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Овчаренко Ю. С. Основні етапи розвитку та досягнення ФТІНТ / Ю. С. Овчаренко // Вісник НТУ «ХПІ» Історія науки і техніки. – 2012. – № 42(948). – С. 87–95.
2. Овчаренко Ю. С. Володимир Марченко та розвиток фізичної математики у ФТІНТ / Овчаренко Ю. С. // Гуржіївські історичні читання: Зб. наук. пр. – 2013. – Вип. 6. – С. 137–139.
3. Овчаренко Ю. С. Роль Б. І. Веркіна та його учнів у розвитку фізики низьких температур / Овчаренко Ю. С. // Українознавчий альманах. – 2013. – Вип. 14. – С. 196 – 198.
4. Овчаренко Ю. С. Внесок харківських учених у розвиток фізики низьких температур / Овчаренко Ю. С. // Українознавчий альманах. – 2014. – Вип. 17. – С. 319–322.
5. Овчаренко Ю. С. Співпраця Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАНУ з підприємствами України у 70-х рр. ХХ ст. / Овчаренко Ю. С. // [Електронний ресурс]. – Історія науки і біографістика. – 2014. – Вип. 1. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/INB_Title_2014_1_14.pdf .
6. Овчаренко Ю. С., Ткаченко С. С. Участь Харківського Фізико-технічного інституту низьких температур у спільних науково-технічних проектах у 60–80 рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко, С. С. Ткаченко / Питання з історії техніки. – 2015. – № 4(36). – С. 15–21. *(особистий внесок автора: наукове опрацювання літературних джерел, аналіз і узагальнення одержаних результатів, розробка висновків).*

7. Овчаренко Ю. С. Закордонні зв'язки ФТІНТ у 60-ті – 80-ті роки ХХ ст. / Овчаренко Ю. С. // Питання історії техніки. – 2015. – Вип. 21. – С. 21–25.

8. Овчаренко Ю. С., Ткаченко С. С. Роль учених Фізико-технічного інституту низьких температур у підготовці науково-технічних та інженерних кадрів у період 60–90-х рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко, С. С. Ткаченко / [Електронний ресурс]. – Історія науки і біографістика. – 2017. – № 4. – Режим доступу: <http://inb.dnsgb.com.ua/2017-4>. (*особистий внесок автора: наукове опрацювання літературних джерел, аналіз і узагальнення одержаних результатів, розробка висновків*).

Статті у закордонних наукових виданнях:

9. Ovcharenko I. S. Development of Low Temperatures in Kharkov from the 30th to the first part of 90th years of the XX century / I. S. Ovcharenko // European Applied Sciences. – 2015. – № 4. – P. 13–15.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

10. Овчаренко Ю. С. Розвиток та фундаментальні дослідження ФТІНТ / Ю. С. Овчаренко // Пріоритети української науки і техніки: матеріали Сімнадцятої Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки та освіти та спеціалістів, 20 квітня 2012 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва, – К., 2012. – С. 199–201.

11. Овчаренко Ю. С. Становлення кріофізики, як галузі науки в Україні / Ю. С. Овчаренко // Переяславская рада: ее историческое значение и перспективы развития восточнославянской цивилизации: сб.

мат. VII Междунар. научно-практическая конф., 19–20 декабря 2012 г., г. Харьков / НТУ «ХП» , – Х., 2012. – Ч. I. – С. 66–68.

12. Овчаренко Ю. С. Вклад українського науковця – математика у галузі математичної фізики, математичного аналізу та диференціальних рівнянь / Ю. С. Овчаренко // Зб. мат. Всеукраїнської наукової конференції., 21–22 червня 2013 р., м. Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ, 2013. – Ч. II. – С. 14–16.

13. Овчаренко Ю. С. Б. І. Веркін – видатний український вчений та організатор науки / Ю. С. Овчаренко // Актуальні питання історії науки і техніки: зб. мат. 12-ої Всеукр. наук. конф., 3–5 жовтня 2013 р., м. Конотоп / Конотоп. міськ. Рада, Центр досл. наук.-тех. потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України, Акад. наук вищої освіти України [та ін.] – К., 2013. – С. 232–234.

14. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з підприємствами України в галузі кріомедицини у 70-ті роках ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко // Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: зб. мат. VI Міжнар. наук.-практ. конф., 30–31 жовтня 2013 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2013. – С. 298–300.

15. Овчаренко Ю. С. Співпраця з науково-дослідними установами та підприємствами країни у 60 – 80-х роках / Ю. С. Овчаренко // Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: зб. мат. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 29–30 жовтня 2014 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2014. – С. 208.

16. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з провідними країнами світу / Ю. С. Овчаренко // Історія розвитку науки, техніки та освіти: зб.

мат. XII Міжнар. молодіжної наук.-практ. конф., 17 квітня 2014 р., м. Київ – К., 2014. – С. 83–85.

17. Овчаренко Ю. С. Міжнародна співпраця ФТІНТ у 70-ті рр. XX ст. / Ю. С. Овчаренко // Пріоритети української науки : зб. мат. дев'ятнадцятої Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів. 18 квітня 2014 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2014. – С. 135–137.

18. Овчаренко Ю. С. Становлення та розвиток фізики низьких температур в Україні / Ю. С. Овчаренко // Історія розвитку науки, техніки та освіти: зб. мат. XIII Міжнар. молод. наук.-практ. конф. 16 квітня 2015 р., м. Київ – К., 2015. – С. 66–68.

19. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з промисловими підприємствами України у 60-ті рр. XX ст. / Ю. С. Овчаренко // Україна і світ: Гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес: зб. мат. Міжнар. наук.-теорет. конф. студентів і аспірантів. 7–8 квітня 2015 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Ч. 3. – Х., 2015. – С. 102–104.

20. Овчаренко Ю. С. Імітація умов космосу і дослідження матеріалів при впливі космічного простору / Ю. С. Овчаренко // Актуальні питання історії науки і техніки: зб. мат. 14-ої Всеукр. наук. конф. 8–10 жовтня 2015 р., м. Львів / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2015. – С. 305–308.

21. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з вищими учбовими закладами у 60 – 90-х рр. XX ст. / Ю. С. Овчаренко // Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: зб. мат. VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 28–29 жовтня, 2015 р., м. Харків / Національний технічний

університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2015. – С. 193–195.

22. Овчаренко Ю.С. Співпраця ФТІНТ з внз країни та роль у підготовці наукових кадрів / Ю. С. Овчаренко // Наука України як фактор національної безпеки: зб. мат. двадцятої Всеукр. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів. 17 квітня, 2015 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва, Центр дослідж. з історії науки і техніки ім. О. П. Бородіна, Держ. екон.-технол. ун-ту транспорту, Укр. т-во істориків науки. – К., 2015. – С. 119–123.

23. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з промисловими підприємствами / Ю. С. Овчаренко // Актуальні питання історії науки і техніки: зб. мат. 15-ої Всеукр. наук. конф. 29 вересня – 1 жовтня 2016 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2016. – С. 178–181.

24. Овчаренко Ю. С. Впровадження азотних технологій в практику (80-ті) / Ю. С. Овчаренко // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. мат. Міжнар. наук.-практ. конф. 16 листопада 2017 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2017. – С. 226–230.

25. Овчаренко Ю. С. Допомога ФТІНТ у проведенні геофізичних досліджень (середина 70-х рр. ХХ ст.) / Ю. С. Овчаренко // Пріоритети української науки: зб. мат. XXIII Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів. 20 квітня 2018 р. м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2018. – С. 132–135.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	21
ВСТУП.....	23
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІОГРАФІЯ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
1.1. Стан наукової розробки теми.....	29
1.2. Джерельна база дослідження.....	36
1.3. Методологія наукового пошуку.....	49
Висновки до розділу.....	52
РОЗДІЛ 2. СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ У ГАЛУЗІ ФІЗИКИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР.....	54
2.1. Історичні передумови становлення наукових основ у галузі фізики низьких температур.....	54
2.2. Інституціоналізація наукових досліджень у галузі кріофізики в Україні	66
2.3. Початковий період діяльності Фізико-технічного інституту низьких температур.....	76
2.4. Напрями науково-дослідної діяльності вчених інституту.....	90
2.5. Роль ФТІНТ у підготовці фахівців вищої кваліфікації та інженерних кадрів для галузі кріофізики	115
Висновки до розділу.....	124
РОЗДІЛ 3. СПІВРОБІТНИЦТВО ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР З НАУКОВИМИ УСТАНОВАМИ, ПІДПРИЄМСТВАМИ.....	131

3.1.	Здобутки науковців ФТІНТ у галузі кріомедицини та кріобіології.....	135
3.2.	Досягнення вчених інституту в проведенні геофізичних досліджень.....	143
3.3.	Розробка та впровадження нового типу авторефрижераторів.....	146
3.4.	Співпраця ФТІНТ з вітчизняними промисловими підприємствами.....	151
3.5.	Міжнародні взаємозв'язки ФТІНТ з науково-дослідними установами європейських країн, США і Японії.....	156
	Висновки до розділу.....	182
	ВИСНОВКИ.....	187
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	195
	ДОДАТКИ.....	230

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АН	Академія наук
ВРНГ	Вища Рада Народного Гомподарства
ДАХО	Державний архів Харківської області
ДНК	Дезоксирибонуклеїнова кислота
ДонФТІ	Донецький Фізико-технічний інститут ім. О. О. Галкіна
	АН УРСР
Ефект ДГВА	Ефект де Гааза-ван Альфена
ДКБ	Дослідно-конструкторське бюро
ЦЕОМ	Цифрова електронна обчислювальна машина
ІА НБУВ	Інститут архівознавства Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського
ІПКіК	Інститут проблем кріобіології і кріомедицини
ІРЕ	Інститут радіофізики та електроніки
ІФП	Інститут фізичних проблем
КдФ	Рівняння Кортевега-де Фріза
КНР	Китайська Народна Республіка
ЛФТІ	Ленінградський Фізико-технічний інститут
МОЗ	Міністерство охорони здоров'я
НДІ	Науково-дослідний інститут
НДР	Німецька Демократична Республіка
НРБ	Народна Республіка Болгарія
НТУ «ХПІ»	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
ПНР	Польська Народна Республіка
ПАН	Польська академія наук
РОМС	Радіочастотний мас-спектрометр
РЕВ	Рада економічної взаємодопомоги

РНК	Рибонуклеїнова кислота
СКТБ	Спеціальне конструкторське технологічне бюро
СРСР	Союз Радянських Соціалістичних Республік
США	Сполучені Штати Америки
СВЧ	Надвисокочастотне випромінювання
УРСР	Українська Радянська Соціалістична Республіка
УТКиК	Українське товариство кріобіології і кріомедицини
УФТІ	Український Фізико-технічний інститут
ФТІНТ	Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України
ФРН	Федеративна Республіка Німеччини
ХАІ	Харківський авіаційний інститут
ХДУ	Харківський державний університет
ЦДАВО України	Центральний державний архів вищих органів влади
ЦДАГО України	Центральний державний архів громадських об'єднань
ЦКЛ	Центральна клінічна лікарня
ЦК КПРС	Центральний Комітет Комуністичної Партії Радянського Союзу
ЦК КПУ	Центральний Комітет Комуністичної Партії України
ЧССР	Чехословацька Соціалістична Республіка
ЯРМ	Ядерний магнітний резонанс
SQUID	Superconducting Quantum Interference Device (надпровідниковий квантовий інтерферометр).

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі стрімкого науково-технічного прогресу важливою складовою у визначенні потенціалу України як конкурентоспроможної держави є дослідження у фундаментальних науках, що мають не тільки теоретичний, а й прикладний характер. Однією з важливих природничих наук, яка впливає на динамічний науково-технічний прогрес, є фізика. Зокрема, це стосується й галузі фізики низьких температур. Застосування кріофізики дає можливість досягти вагомих результатів у найбільш прогресивних галузях науки, промисловості, агропромислового комплексу, медицини, будівельної індустрії та ін.

Підґрунтям для активізації науково-дослідної роботи з напрямку кріофізики стала інституціоналізація. Спеціалізований інститут, що займається дослідженнями з фізики низьких температур, був заснований у 1960 р. на базі кріогенної лабораторії УФТІ. Нині це добре відомий у світі науковий та теоретичний центр – Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України. За десятиріччя плідної праці вітчизняні вчені отримали важливі здобутки: створення кріогенної установки з ядерним розмагнічуванням в області абсолютного нуля температур, що отримала статус національного досягнення України; виявлення вперше мікрохвильового випромінювання джозефсоновських контактів; створення та удосконалення методу мікроконтактної спектроскопії; внесок у розвиток космічного матеріалознавства та ін. Прикладні дослідження науковців у галузі кріофізики знайшли впровадження у геологорозвідці, медицині, матеріалознавстві, біології, електромашинобудуванні. Розробки науковців ФТІНТ не поступалися іноземним аналогам та сприяли розвитку галузевої науки. В інституті сформувалися наукові школи – школа кріогенної фізики (академік Б.І. Веркін) та школа низькотемпературного магнетизму (академік В.В. Єременко). Дослідження науковців ФТІНТ стали потужною базою розвитку кріофізики: у 1977 р. на фізико-технічному факультеті ХПІ було

відкрито кафедру кріогенної техніки, у 1978 р. на радіофізичному факультеті ХДУ – кафедру біофізики. За ініціативою та безпосередньою участю ФТІНТ у 1972 р. у Харкові створено Інститут проблем кріобіології і кріомедицини АН України. Врахування історичного досвіду для створення сучасної низькотемпературної апаратури і кріомедичних методів діагностики й лікування хвороб сприятиме ефективному пошуку подальших шляхів розвитку фізики низьких температур.

Актуальність теми дисертаційного дослідження визначається необхідністю всебічного вивчення становлення та розвитку кріофізики, специфіки формування напрямів науково-дослідної роботи, аналізу інтегрування результатів наукових досліджень у сферу виробництва, що становить не лише історичний, а й практичний інтерес.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана в межах плану науково-дослідних робіт кафедри історії науки і техніки НТУ «ХПІ» за темою 0116U005545 «Історія розвитку науково-освітнього та промислового потенціалу Слобідської України наприкінці XIX – на початку XXI ст.».

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є історико-науковий аналіз становлення та розвитку кріофізики в Україні (30-ті рр. XX ст. – початок XXI ст.).

Для досягнення мети визначено такі дослідницькі **задачі**:

- з'ясувати ступінь наукової розробки досліджуваної теми, охарактеризувати джерельну базу, обґрунтувати методологічні засади дослідження;
- висвітлити світовий контекст розвитку кріофізики та розробити її періодизацію;
- розкрити процес інституціоналізації науково-дослідної роботи з напрямку фізики низьких температур в Україні;
- проаналізувати напрями дослідницької діяльності головного науково-методичного центру з питань кріофізики – Фізико-технічного інституту

низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України (ФТІНТ), охарактеризувати окремі етапи його діяльності та ідентифікувати його наукові школи;

- довести результативність спільних комплексних проєктів ФТІНТ з науковими центрами і галузевими підприємствами країни та значущість впровадження їх у виробництво;

- окреслити напрями міжнародного співробітництва вчених ФТІНТ з науково-дослідними установами європейських країн, США та Японії;

- охарактеризувати стан підготовки фахівців вищої кваліфікації та інженерних кадрів для галузі фізики низьких температур;

- розкрити особливості популяризаторської діяльності ФТІНТ.

Об'єктом дослідження є становлення та розвиток кріофізики в Україні.

Предмет дослідження – інституціоналізація науково-дослідної роботи з фізики низьких температур в Україні, теоретико-методологічний та практичний внесок ФТІНТ та інших наукових установ.

Хронологічні межі дослідження охоплюють період з 30-х рр. ХХ ст. до початку ХХІ ст. Нижня межа зумовлена часом заснування першої кріогенної лабораторії в Україні у 1931 р. в УФТІ. Дослідження, які проводили у кріогенній лабораторії УФТІ, спочатку під керівництвом Л.В. Шубнікова, а після загибелі вченого – Б.Г. Лазарєвим, були початком багатьох наукових напрямів кріофізики. Верхня – здобутками науково-дослідного колективу ФТІНТ.

Територіальні межі дослідження охоплюють територію України з 30-х рр. ХХ ст. – до початку ХХІ ст., яка перебувала у складі СРСР, та кордонами незалежної Української держави.

Методи дослідження. Методологічною основою дисертаційного дослідження стало використання принципів історизму, об'єктивності, всебічності та соціального підходу. Для отримання достовірних науково-значущих результатів використовувались загальнонаукові методи (аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування і конкретизація), спеціальні історичні (історико-генетичний, історико-порівняльний, предметно-хронологічний,

періодизації) і міждисциплінарні (критично-об'єктивного аналізу джерел, статистичного й системного аналізу).

Наукова новизна одержаних результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- робота є першим в українській науці комплексним історичним дисертаційним дослідженням становлення та розвитку кріофізики в Україні за період з 30-х рр. XX ст. до початку XXI ст.;

вперше:

- на базі використання синтезу сучасних методів дослідження проведено історіографічний аналіз літератури, до наукового обігу залучено широке коло маловідомих документів та архівних матеріалів, розкрито процес становлення та розвитку наукових досліджень в галузі фізики низьких температур;

- відтворено світовий контекст розвитку кріофізики, що дозволило встановити основні етапи формування наукового напрямку, запропоновано її періодизацію;

- реконструйовано процес інституціоналізації науково-дослідної роботи з напрямку низькотемпературної фізики в Україні, визначено, що у 30-х рр. XX ст. сформувалась мережа наукових центрів для досліджень у галузі кріофізики, конкретизовано внесок їх наукових колективів;

- на основі комплексного аналізу співпраці вчених ФТІНТ з науково-дослідними інститутами та галузевими підприємствами визначено пріоритетні наукові розробки, доведено їх результативність;

- з'ясовано результативність міжнародної співпраці вчених ФТІНТ, що сприяла прискоренню виконання наукових досліджень та їх впровадження у галузі кріофізики, охоплювала не лише країни Східної Європи, але й розвинуті країни Західної Європи, а також США і Японію;

- доведено, що комплексний характер наукової діяльності ФТІНТ забезпечував підготовку фахівців вищої категорії, підвищував рівень

кваліфікації інженерних кадрів, а також організацію нових кафедр у вищих навчальних закладах.

Охарактеризовано особливості популяризаторської діяльності ФТІНТ. Систематизовано основні напрями фундаментальних та прикладних досліджень з кріофізики в Україні, надано комплексну оцінку доробку вітчизняних вчених у загальному розвитку світової науки. Доповнено аргументацію щодо результатів науково-дослідної діяльності провідних вчених ФТІНТ та наукових шкіл, які були сформовані в інституті. Встановлено вплив їх діяльності на подальший розвиток галузі фізики низьких температур.

Набув подальшого розвитку принцип системного підходу до вивчення розвитку кріофізики.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що введення до наукового обігу маловідомих або нових даних, а також систематизація вже відомих результатів можуть використовуватися при підготовці комплексних праць з історії фізики, написанні монографій та узагальнюючих наукових праць за суміжними темами. Дисертаційне дослідження дає можливість доповнити вітчизняну історію науки і техніки та розширити існуючі відомості в галузі кріофізики в Україні. Доцільне використання результатів дослідження в навчальному процесі при викладанні курсів з історії науки і техніки, історії фізики, а також підготовці тематичних спецкурсів з історії природничих наук та техніки, складанні підручників і посібників із зазначених дисциплін.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійним науковим дослідженням здобувача. Наукові результати, основні положення та висновки дисертаційної роботи отримані автором особисто та є його науковим доробком.

Апробація результатів дослідження. Основні положення і результати дисертаційного дослідження оприлюднено на конференціях: Всеукр. наук.-практ. конф. «Переяславская рада: ее историческое значение и перспективы развития восточнославянской цивилизации» (19–20 дек. 2012 г., г. Харьков); Всеукр. наук. конф. «Актуальні питання історії науки і техніки» (3–5 жовт.

2013 р., м. Конотоп); Всеукр. наук. конф. «Актуальні питання історії науки і техніки» (8–10 жовт. 2015 р., м. Львів); Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів: «Пріоритети української науки і техніки» (20 квіт. 2012 р.; 29 вер. – 1 жовт. 2016 р.; 20 квіт. 2018 р., м. Київ); Всеукр. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів «Наука України як фактор національної безпеки» (18 квіт. 2014 р.; 17 квіт. 2015 р., м. Київ); Міжнар. наук.-теорет. конф. студентів і аспірантів «Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес» (7–8 квіт. 2015 р.; 16 лист. 2017 р., м. Харків); Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств» (30–31 жовт. 2013 р.; 29–30 жовт. 2014 р.; 28–29 жовт. 2015 р., м. Харків); Міжнар. молодіжна наук.-практ. конф. «Історія розвитку науки, техніки та освіти» (17 квіт. 2014 р.; 16 квіт. 2015 р., м. Київ); Міжнар. краєзнавча конфер. молодих учених «Наука і освіта у краєзнавчому вимірі» (28 лист. 2014 р., м. Харків).

Публікації. Основні положення дисертації знайшли відображення у 25 наукових публікаціях, серед яких 6 одноосібних статей та 2 – в співавторстві у виданнях, визнаних МОН України фаховими, 1 стаття – в закордонному науковому періодичному виданні, 16 – у збірниках матеріалів наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 262 сторінки, з них 172 сторінка основного тексту, список використаних джерел – 391 найменувань, 9 додатків.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРІОГРАФІЯ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення стану наукової розробки теми, узагальнення доробку попередників та виділення суперечливих і неопрацьованих питань є важливим для комплексного дослідження становлення та розвитку кріофізики в Україні. Для розробки окремих аспектів дослідження передбачено систематизацію й аналіз джерельної бази й умовний поділ її на підгрупи для глибшої інформаційної характеристики.

Вирішення поставлених завдань ґрунтується на використанні принципів історизму, об'єктивності, всебічності та соціального підходу, загальнонаукових та загальних методів наукового дослідження.

1.1. Стан наукової розробки теми

Метою історіографічного аналізу дисертаційної роботи було проведення всебічної оцінки стану розвитку галузі кріофізики в Україні. Історіографія теми дослідження дозволяє розкрити внесок провідних вітчизняних вчених у розвиток науково-технічного прогресу галузі низькотемпературної фізики. Проведення історіографічного аналізу дало можливість з'ясувати стан наукової розробки теми, визначити напрями наукового пошуку й формування структури наукової роботи.

Історіографію досліджуваної проблеми складають праці, що висвітлюють питання становлення та розвитку галузі фізики низьких температур в Україні, діяльності академічних установ, історичні роботи, присвячені внеску вітчизняних учених у науково-технічний прогрес країни і світову науку. За проблемно-хронологічним підходом історіографію поділено на дві групи – радянського періоду та років незалежності України. Слід зазначити, що дослідження історії становлення та розвитку галузі фізики низьких температур

в Україні набуло активності лише у роки незалежності держави. Це пояснюється тим, що у першій та на початку другої половини ХХ ст. дослідження у галузі кріофізики тільки зароджувалися, тому не стали предметом зацікавленості істориків із науки. З другої половини ХХ ст. напрям фізики низьких та наднизьких температур набув стрімкого розвитку, що пов'язано з опануванням космічного простору та впровадженням нової техніки у виробництво, але унаслідок того, що багато науково-дослідних тем були заборонені до розголошення, в істориків не було наявної інформації для досліджень. Після 1991 р., коли Україна отримала статус незалежної держави, історикам науки відкрилися матеріали для історичних досліджень, а також фахові науковці з галузі низькотемпературної фізики отримали право висвітлювати результати своєї наукової роботи в історичних монографіях.

Згідно проблемно-хронологічного підходу історіографічну літературу було поділено на дві групи – радянського періоду та доби незалежності України. Відповідно предметно-тематичного спрямування умовно виділено основні групи історіографічних праць, які відтворюють: 1) світовий контекст розвитку кріофізики як галузі знань; 2) процес інституалізації науково-дослідної роботи з кріофізики в Україні; 3) наукові здобутки провідних вітчизняних учених у галузі фізики низьких температур.

Упродовж радянського періоду дослідження з історії розвитку фізики низьких температур мали фрагментарний характер. Вважаємо за доцільне умовно розділити перший період на три групи. Першу групу першого періоду склали праці, що стосуються загальних питань історії розвитку фізики другої половини ХХ ст. [1–18]. Сюди віднесені праці істориків П. С. Кудрявцева, І. Я. Конфедератова «История физики и техники» [2], Е. В. Шпольського «Очерки по истории развития советской физики. 1917–1970» [5], Г. Ліндера «Картина современной физики» [6], Льюцци Маріо «История физики» [8], Г. М. Голіна «Хрестоматия по истории физики. Классическая физика» [9], Г. Г. Кордуна «Історія фізики» [12] тощо. У монографіях істориків висвітлені питання з виникнення фізичної науки, динаміки її розвитку та ідей. У роботах

дуже стисло дається інформація щодо зародження досліджень у галузі фізики низьких температур.

Другу підгрупу склали роботи, присвячені розвитку галузі кріогенної фізики та науково-технічному прогресу в Україні [19–36]. Ця група праць дає уявлення про виникнення та розвиток кріофізики в Україні. Відомий учений, історик науки Ю. О. Храмов присвятив вивченню історії фізики багато наукових робіт. Так, наприклад, у монографіях під назвою «Развитие исследований по физике на Украине в физических институтах 1926–1976 гг.» у першій і другій частинах [25–26] наведено стислу інформацію про історію розвитку фізики у науково-дослідному інституті Одеського університету, Харківському фізико-технічному інституті АН України (ХФТІ), Інституті фізики АН України, Дніпропетровському фізико-технічному інституті, Інституті металофізики АН України з моменту організації до середини 70-х рр. XX ст. Автор охарактеризував теоретичні та експериментальні дослідження того часу, які проводилися у фізичних інститутах. Також значна увага приділялася виокремленню фізичних шкіл, які були сформовані в інститутах, та переліку науково-дослідних установ, що були в подальшому створені на їх базі. До наукового аналізу залучено невідомі раніше документи, матеріали, звіти з науково-дослідних установ. Це надало можливість сформулювати уявлення про розвиток фізики в Україні у фізичних інститутах та проаналізувати науковий доробок учених того часу. На жаль, відсутня інформація про науково-дослідну діяльність Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України (ФТІНТ), лише фрагментарно наведено незначне згадування про його організацію.

Короткий історичний нарис «Харьковский физико-технический институт» [27] висвітлює історію організації та розвитку установи. Автором наводяться стислі відомості про найвагоміші дослідження та розробки вчених. Все це допомагає отримати цікаву інформацію про історію розвитку фізики в Україні у другій половині XX ст. Висвітлені наукові зв'язки інституту з галузевими підприємствами країни. Цей короткий нарис присвячений розвитку УФТІ, тому

в ньому відсутня інформація про основний науково-дослідний центр у галузі кріофізичних досліджень в Україні – ФТІНТ, окрім згадки про його організацію.

До робіт другої підгрупи, присвячених становленню та розвитку фізики низьких температур, також було залучено колективні праці М. Т. Шпака, Г. Г. Корзуна «Научно-технический прогресс в Украинской ССР (1961–1970 гг.)» [24] та В. І. Онопрієнка, Т. О. Щербаня, О. Г. Луговського, В. В. Кислова «Создатели новой техники в Украинской ССР» [36], де є згадки про досягнення вчених ФТІНТ у галузі фізики твердого тіла в умовах наднизьких температур та кріогенного електромашинобудування, впровадження нової техніки у виробництво країни.

До третьої умовної підгрупи праць увійшли історичні роботи, присвячені засновнику ФТІНТ Борису Ієремійовичу Веркіну [37–44], де висвітлені окремі моменти життя та науковий доробок вченого.

Другий період історіографічного досліджування є набагато інформативнішим за перший, що пов'язано, по-перше, з постановою Президіуму АН УРСР від 22 грудня 1988 р. «Про актуальні маловивчені питання історії заснування та перших років діяльності АН УРСР», по-друге, з проголошенням України як незалежної держави у 1991 р. Вищезгадані причини стали поштовхом до зростання досліджень із історії науки на засадах об'єктивного аналізу.

Першу умовну групу робіт другого періоду склала загальна література, де розкривається еволюція фізичної науки в цілому, для виявлення ключових аспектів становлення та розвитку галузі фізики низьких температур [45–84]. Сюди віднесено праці істориків науки, зокрема Г. Г. Кордуна «Історія фізики» [46], Л. М. Бесова «Історія науки і техніки» [58], Ю. А. Храмова «История физики» [61], В. А. Ількіна «История физики» [74]. Також вивчалися праці, що стосуються питань розвитку фізичної науки у вишах Харкова та становлення наукових фізичних шкіл в Україні: «Наукові фізичні школи в Україні» [54], «Засновники харківських наукових шкіл у фізиці» [59],

«Теоретическая физика на физическом факультете Харьковского университета» [64] та інші. В історичних роботах становлення та розвиток галузі фізики низьких температур розглядається достатньо стисло, а іноді навіть не згадується, але, незважаючи на це, праці мали певну цінність для усвідомлення розвитку фізичної науки у досліджуваний період. Так, наприклад, спільна монографія В. Т. Толока, В. С. Когана та В. В. Власова «Физика и Харьков» [66] присвячена історії становлення та розвитку Українського фізико-технічного інституту; значну увагу приділено науковим установам, які виокремилися із УФТІ та стали самостійними науковими центрами, що входять до складу Української Академії наук. Вважається, що основою для розвитку фізики у Харкові став університет, у якому і сформувалася загальна теоретична база. Тому перший розділ роботи характеризує рівень науки в університеті за період кінця XIX – початку XX ст. У праці наведено багато фактів, присвячених діяльності наукових шкіл, які сформувалися на базі потужного наукового потенціалу університетської науки. До недоліків видання треба віднести майже повну відсутність персональних досягнень учених ФТІНТ.

А. В. Таньшина [59; 63] багато своїх наукових історичних праць присвятила вивченню доробків засновників наукових шкіл у галузі фізики у Харкові. Так, наприклад, у роботі «Нариси з історії сучасної фізики» [63] авторкою використано великий документальний матеріал, спогади колег, рідних та друзів видатних науковців, які жили та працювали у Харкові, були засновниками наукових фізичних шкіл. Другий розділ монографії присвячений ученим, що працювали в галузі низькотемпературної фізики – Л. В. Шубнікову, Б. Г. Лазарєву, Б. І. Веркіну.

Цінну групу становлять комплексні праці, що розкривають процеси науково-дослідної діяльності ФТІНТ та його відділів, роботи, які присвячені доробкам провідних учених та наукових шкіл, що сформувалися в інституті. До другої підгрупи віднесено праці, які присвячені ювілейним датам ФТІНТ, а також діяльності провідних науковців інституту [85–96].

Ювілейне видання «Физико-технический институт низких температур им. Б. И. Веркина. 50 лет» [91] висвітлює історію науково-технічної та науково-організаційної діяльності інституту. Наведений матеріал розкриває етапи становлення та розвитку кріофізики в Україні, починаючи з видатних праць Л. В. Шубнікова, написаних у Харкові у 30-ті рр. XX ст. До праці увійшли також статті про першого директора інституту академіка Б. І. Веркіна. Розповідається про формування основних наукових напрямів інституту в галузі фізики і техніки низьких температур, математики. Наведено інформацію про найважливіші наукові досягнення, а також спогади про різні періоди існування інституту, що став одним із найвідоміших у світі наукових центрів. Але, як це притаманно багатьом ювілейним виданням, у праці відсутній критичний аналіз та посилання. Проте в роботі міститься цікавий фактичний матеріал, що є цінним для написання дисертаційної роботи.

Брошура «К 40-летию отдела электронных кинетических свойств металлов Физико-технического института низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины 1970–2010» [92] відображає історію відділу квантових кінетичних явищ у провідникових системах. Авторами ювілейного видання наведено найвагоміші експериментальні та теоретичні результати за 40 років із моменту створення відділу.

Досить інформативними виявилися бібліографічні праці, присвячені науковим доробкам видатних академіків, що працювали у ФТІНТ [87; 89], де авторами наводяться основні етапи життя та наукової діяльності вчених. У працях яскраво демонструється роль науковців у розвитку нових напрямів у галузі магнітооптики, математичної фізики й становлення Математичного відділення у ФТІНТ. Роботи написані в доступній цікавій формі, наведено багато фактів із наукової діяльності академіків.

До третьої підгрупи історіографічних робіт віднесено статті, опубліковані у спеціалізованих наукових журналах, збірниках наукових праць, у яких розкриваються окремі моменти життя і наукового доробку найвидатніших учених, які працювали у галузі низьких температур, а також науковців ФТІНТ

[97–110]. Значна кількість статей опублікована в таких наукових журналах і збірниках, як «Успехи математических наук», «Журнал математической физики, анализа, геометрии», «Физика низких температур», Вісник АН УРСР, Вісник НАН України, Вісник НТУ «ХПІ», «Universitates» та ін. Загалом значну частину статей, складають ювілейні видання, де висвітлюється життєвий шлях та науковий доробок учених інституту.

Науковий доробок видатного вченого Б. І. Веркіна дослідив М. А. Оболенський [104]. У статті наведені результати важливих досліджень із тепло- та масообміну в криогенних рідинах та ін., також викладені основні результати, яких вдалося досягнути науковцям ФТІНТ під керівництвом Б. І. Веркіна.

Так, наприклад, до 70-річного ювілею В. В. Єременка у Віснику НАН України була опублікована стаття [99], де автор виклав основні етапи життя та наукової діяльності вченого, який заснував відділ низькотемпературного магнетизму у ФТІНТ та керував ним протягом 23 років. У статті виокремлено коло наукових інтересів ученого, його монографії та наукові статті.

Інша стаття у Віснику НАН України присвячена 70-річчю академіка НАН України В. Г. Манжелія [100], який був завідувачим відділом теплових властивостей молекулярних кристалів. Наводяться основні дати з життя, коло наукових інтересів і основні досягнення вченого. Також у статті наведено перелік оригінальних наукових праць і монографій, які були визнані широким колом вітчизняних та зарубіжних вчених.

Електронний ресурс, заснований на честь видатного вченого, провідного співробітника ФТІНТ В. В. Єременка [110], містить багато інформації про науковця та його колег, з якими він разом здійснював наукові дослідження. Інформація подається у вигляді спогадів самого В. В. Єременка та його друзів-співробітників за період з кінця 50-х рр. ХХ ст. по сьогоднішній час. Науковці розповідають про науково-дослідні групи фізиків, що працювали у Фізико-технічному інституті низьких температур, а також про соціальні проблеми, що негативно впливали на стан науки в Україні того часу.

За результатами дослідження обраної теми дисертації було опубліковано 26 наукових праць, серед яких 8 статей – у фахових виданнях [111–116; 118–120], 1 стаття у закордонному науковому періодичному виданні [117], 17 – у збірниках матеріалів наукових конференцій [121–129] (Додаток 3).

Таким чином, огляд літератури з теми, що вивчається, дав змогу розширити знання про становлення та розвиток кріофізики в Україні. На підставі вивчення історіографії проблеми можна стверджувати, що інтерес істориків до поставлених завдань із року в рік зростає. Проте на базі аналізу історичних праць можна зробити висновок, що розвиток галузі фізики низьких температур із 30-х рр. ХХ ст. до початку ХХІ ст. не був предметом комплексного дослідження. Наявні історичні дослідження лише частково розкривають деякі аспекти розвитку кріогеніки в Україні та діяльності вчених ФТІНТ за досліджуваний період. Завдяки проведенню аналізу історіографічної літератури можна зробити висновок, що у вітчизняній науці відсутні праці з комплексного дослідження історії становлення й розвитку галузі фізики низьких температур. Внесок українських учених потребує узагальнення й доповнення.

1.2.

Джерельна база дослідження

Дисертаційне дослідження ґрунтується на численних дослідженнях, базується на архівних документах та публікованих матеріалах. У дослідженні використані матеріали фондів центральних, обласних, відомчих архівів, які стосуються становлення та розвитку галузі кріогенної фізики, відібрано інформацію, що потрібна для вирішення завдання наукового пошуку.

У дослідженні використано фонди та справи таких архівів:

1. Центрального державного архіву вищих органів влади та управління (ЦДАВО) України: фонд Міністерства вищої і середньої спеціальної освіти УРСР (ф. 4621) та Ради Міністрів УРСР (ф. Р-2);

2. Центрального державного архіву громадських об'єднань (ЦДАГО) України: фонд Центрального Комітету Компартії України, його таємна частина (ф. 1);

3. Державного архіву Харківської області (ДАХО): фонд первинної парторганізації Харківського політехнічного інституту (ф. 5361);

4. Інституту архівознавства Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського: фонд Бориса Ієремійовича Веркіна (08.08.1919 – 12.06.1990) – фізика, академіка АН УРСР (ф. 282); Погорєлова Олексія Васильовича (03.03.1919–17.12.2001) – академіка НАН України за спеціальністю «геометрія» (1961) (ф. 145); Янсона Ігоря Кіндратовича (18.03.1938–26.07.2011) – академіка НАН України за спеціальністю «електроніка» (ф. 387); Ахієзера Олександра Ілліча (31.10.1911–04.05.2000) – фізика-теоретика, академіка АН УРСР (1939), лауреата Державної премії УРСР в галузі науки й техніки (1986) (ф. 54); Галкіна Олександра Олександровича (04.07.1914–22.10.1982) – фізика, академіка АН УРСР (1965) (ф. 331); Дмитренка Ігоря Михайловича (24.07.1928–17.05.2009) – академіка НАН України за спеціальністю «фізика низьких температур» (ф. 388);

5. Науково-технічного архіву Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України;

6. Відділу збереження та обробки документів Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту» (НТУ «ХПІ»): особові справи співробітників ФТІНТ, які працювали за сумісництвом в ХПІ.

До джерельної бази даного дослідження було залучено 133 архівні справи [128–223], 62 документи з цих справ використано вперше.

У ЦДАВО зосереджені звіти про науково-дослідну роботу Харківського державного університету та НТУ «ХПІ», листи і доручення Ради Міністрів УРСР з організації і планування, звітність наукової діяльності установ АН України. У звітах відображені науково-дослідні зв'язки вчених інституту з вищими навчальними закладами Харкова – ХДУ та НТУ «ХПІ», з науково-дослідними інститутами та підприємствами. Документи фондів Міністерства

вищої і середньої спеціальної освіти УРСР (ф. 4621) та Ради Міністрів УРСР (ф. Р-2) показали координацію науково-дослідних робіт із роботами вищих навчальних закладів та виконання спільних тем. Вивчення цих архівних документів дає можливість зробити висновок, що з року в рік ФТІНТ посилював зв'язки з вищими навчальними закладами Харкова. У документах вказується перелік тематик, за якими проводилася науково-дослідна робота, а також результати, які були отримані.

Суттєвим джерелом інформації стало вивчення архіву ЦДАГО України Центрального Комітету Компартії України, його таємної частини (ф. 1). У фонді архіву було знайдено важливий документ із приводу організації ФТІНТ [167], у якому містяться копії листів, довідки відділу ЦК КП України щодо ФТІНТ. Ці документи допомогли визначити питання розташування та організації ФТІНТ, а також питання, пов'язані з будівництвом лабораторій та житлових приміщень для інституту. Інформативна цінність документів є високою, але, враховуючи їх офіційний характер, дані необхідно було порівнювати з іншими джерелами, що дозволило комплексно висвітлити тему.

У документі архіву ЦДАГО України [167] – у відповідній записці Б. І. Веркіна та О. О. Галкіна – міститься інформація щодо планування структури інституту відповідно до тематики. Так вченими були заплановані такі відділи: відділ низькотемпературної термодинаміки та статистичної фізики; відділ фізики твердого тіла; відділ резонансних явищ у твердих тілах; відділ низькотемпературної електроніки; відділ пластичності та міцності кристалів; відділ теоретичної фізики, а також лабораторії в кожному відділі.

Також у листі йдеться про актуальні напрями досліджень, якими вчені ФТІНТ планують займатися у разі позитивної відповіді з приводу організації інституту. Науковці планували використовувати низькі температури для розробки нових типів висококалорійного пального, тому що вантажопідйомність, час розгону і точність наведення ракет дальної дії залежить від використовуваного палива. Оскільки паливо становить більшу частину ваги ракети, то застосування палива з великою калорійністю може

привести до різкого збільшення вантажопідйомності ракет, дальності їх польоту і суттєвого зменшення розмірів. Науковці ФТІНТ ставили завдання вивчення фізичних властивостей ряду вільних радикалів. Рішення поставленої задачі дозволило б оцінювати якість пального і правильно вибирати типи низькотемпературних конденсатів для висококалорійного пального.

Так само вчені планували вивчення і застосування низькотемпературних елементів для комп'ютерів. Варто зазначити, що цей напрямок актуальний і в наші дні, цими дослідженнями займаються наукові центри Німеччини, Швейцарії та США. На жаль, до цього часу дуже мало фахівців залучено до цієї галузі. Використання надпровідності дозволило вченим у США ще наприкінці 50-х рр. XX ст. створити нові типи елементів електронних лічильно-обчислювальних машин, що мають низку цінних якостей. Так при заданих габаритах обчислювальних пристроїв з'являються можливості сильного збільшення ємності запам'ятовуючих блоків та істотного зменшення споживаної потужності. Поряд із цим забезпечується швидкодія і надійність роботи. Організатори ФТІНТ планували вивчення і розробку нових низькотемпературних елементів пам'яті, створення схем і конструкцій, заснованих на таких елементах, які будуть у нагоді для вирішення конкретних завдань обчислювальної техніки.

Планувалися дослідження в галузі електронного парамагнітного резонансу при низьких температурах. Це дозволило б створити малощумні генератори і підсилювачі для забезпечення збільшення чутливості приймальних систем і вирішення завдання забезпечення радіозв'язку в межах сонячної системи.

У справі «Копии писем в ЦК КПСС, обкомам КПСС, КП Украины и другим организациям, письма, докладные записки обкомов КП Украины, совнархозов, заводов и других организаций – о работе заводов, о капитальном строительстве и другим вопросам оборонной промышленности (1 августа 1963 – 29 декабря 1963)» [168] була знайдена важлива довідка, в якій міститься інформація з приводу роботи ФТІНТ у галузі кріогенної ракетної техніки.

Також були описані експериментальні та теоретичні дослідження в галузі радіоспектроскопії твердих тіл при низьких температурах, низькотемпературного магнетизму, надпровідності, пластичності та міцності кристалів, у галузі вивчення фізичних властивостей зріджених газів та їх сумішей.

У документі архіву ЦДАГО України, Центрального Комітету Комуністичної партії України [153] у доповідній записці дирекції ФТІНТ до першого секретаря ЦК КПУ В. В. Щербицького викладені пропозиції щодо перспективного розвитку підприємств із виробництва та використання гелію.

Б. І. Веркіним було запропоновано рішення щодо сучасних, на той час, проблем енергетики, транспорту, зв'язку для оборонної галузі, розвиток яких у найближчі десять років залежав від широкого використання явища надпровідності та надпровідників, що працюють при температурі рідкого гелію. Вчений підкреслював, що головною проблемою є вироблення правильної політики виробництва та використання гелію. На базі використання вітчизняних та іноземних матеріалів, прямих контактів із іноземними вченими, відвідування наукових центрів США, Японії, де діяли гелієві програми з регулювання обсягів виробництва, використання та створення стратегічних запасів гелію, групою вчених ФТІНТ підготовлена детальна записка з вирішення цієї проблеми.

У плані розвитку низькотемпературної гелієдобувної промисловості містилися відомості на наступні десять років про джерела гелію, сировинні ресурси; сучасний, на той час, рівень виробництва, використання та зберігання гелію; прогноз на використання гелію; методи добування; співставлення гелієвих програм та пропозиції. План був важливим для ряду галузей народного господарства країни.

У звіті про роботу ФТІНТ до економічного відділу Центрального комітету Комуністичної партії України (ЦК КПУ) [166] надано інформацію про відділення інституту, його науковий склад, напрями науково-дослідних та прикладних робіт учених, наведено інформацію про вагомі досягнення

науковців ФТІНТ. Наприклад, прикладні розробки зі створення техніки спеціального призначення, бортової системи глибокого охолодження для орбітальної станції «Салют-4», мас-спектрометричних газоаналізаторів, надчутливих радіоелектронних приладів, ефективних технологій переробки та зберігання харчових продуктів. У документі наведені чисельні показники працівників інституту (всього в інституті 3216 працівників, 388 – наукових працівників, з яких 43 доктори та 250 кандидатів наук), наводяться дані з кількості захищених докторських та кандидатських дисертацій у наукових радах ФТІНТ.

Важливими джерелами щодо аналізу розвитку галузі фізики низьких температур стали документи архівних фондів учених НАН України Інституту архівознавства Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського: Ф. 282 (Веркін Борис Ієреміїович (08.08.1919–12.06.1990) – фізик, академік АН УРСР); Ф. 145 (Погорєлов Олексій Васильович (03.03.1919–17.12.2001) – академік НАН України за спеціальністю «геометрія» (1961)); Ф. 387 (Янсон Ігор Кіндратович (18.03.1938–26.07.2011) – академік НАН України за спеціальністю «електроніка»); Ф. 54 (Ахієзер Олександр Ілліч (31.10.1911–04.05.2000) – фізик-теоретик, академік АН УРСР (1939), лауреат Державної премії УРСР в галузі науки й техніки (1986)); Ф. 331 (Галкін Олександр Олександрович (04.07.1914–22.10.1982) – фізик, академік АН УРСР (1965)); Ф. 388 (Дмитренко Ігор Михайлович (24.07.1928–17.05.2009) – академік НАН України за спеціальністю «фізика низьких температур»).

У роботі були використані документи з фонду Бориса Ієреміїовича Веркіна (08.08.1919–12.06.1990) – фізика, академіка АН УРСР. У фонді містяться листування директора ФТІНТ із приводу наукових проблем організації інституту, доповідні записки Академії наук, постанови Ради Міністрів України [158]. У декількох справах зберігаються фотографії вчених ФТІНТ разом із іноземними делегаціями, які брали участь у конференціях. Також є фотографії пристроїв, які були розроблені у ФТІНТ та використовувались у народногосподарському комплексі країни.

У доповідній записці Б. І. Веркіна до першого секретаря Якутського обкому КПРС Г. І. Чиряєва [178] говориться про розвиток енергетики у м. Якутськ та південно-східному районі Якутської АРСР шляхом створення виробництва зрідженого природного газу, його стаціонарних сховищ та засобів транспортування водними шляхами республіки.

Інформативними для написання дисертаційної роботи стали документи з Ф. 331 (Галкін Олександр Олександрович (04.07.1914–22.10.1982) – фізик, академік АН УРСР (1965)) та Ф. 145 (Погорелов Олексій Васильович (03.03.1919–17.12.2001) – академік НАН України за спеціальністю «геометрія» (1961)), де міститься інформація щодо науково-дослідних робіт у галузі фізики низьких температур, які проводилися вченими, та список винаходів.

Серед матеріалів ДАХО оброблено фонд первинної парторганізації Харківського політехнічного інституту (ф. 5361), де було вивчено протоколи засідань партбюро. У них міститься інформація щодо виконання спільних науково-дослідних робіт, керування вченими Фізико-технічного інституту низьких температур дипломними роботами студентів ХПІ, а також щодо роботи за сумісництвом деяких науковців із ФТІНТ.

У дослідженні було використано джерела відділу збереження та обробки документів НТУ «ХПІ», а саме: особові справи співробітників ФТІНТ, які працювали за сумісництвом у ХПІ [275–279]. Вивчення архівних документів НТУ «ХПІ» дало можливість зробити висновок, що з року в рік ФТІНТ посилював зв'язки з вищими навчальними закладами Харкова, зокрема, з ХПІ. Видатні вчені ФТІНТ читали спеціальні курси в інститутах, з перших днів організації вони активно співпрацювали з кафедрами. Зі справи [278, арк. 54] стало відомо, що завдяки активній участі та підтримці науковців ФТІНТ у Харківському політехнічному інституті у 1977 р. організовано кафедру фізики низьких температур. Співробітники ФТІНТ підготували науково-методичну літературу для викладання лекцій за спеціальними курсами, а також надавали підтримку у матеріально-технічному забезпеченні кафедри лабораторними

пристроями, устаткуванням, запрошували студентів на стажування у лабораторії науково-дослідного інституту.

Цінними джерелами для дослідження науково-дослідних та організаційних проблем становлення та розвитку ФТІНТ стали матеріали Науково-технічного архіву Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України [214–274].

У даному архіві було знайдено документи звітів із науково-дослідної діяльності ФТІНТ за період 1960–1989 рр. Вони стали вагомим джерелом інформації. У звітах досить широко була відображена організаційна та науково-дослідна робота, що проводилася протягом кожного року за вищезгаданий період часу. Було наведено відомості про досягнення вчених у різних напрямках, за якими здійснювалися наукові роботи, а також розміщено інформацію про роботу аспірантури та приймальних комісій Спеціалізованих учених рад.

Звіти ФТІНТ про міжнародні зв'язки стали важливим джерелом інформації про спільну науково-дослідну роботу науковців ФТІНТ із криогенними лабораторіями провідних країн світу. Також у них надано результати досліджень, що були отримані в результаті спільних проєктів. У звітах співробітників інституту про закордонні відрядження зібрана інформація про участь учених у наукових конференціях та короткотривалих стажуваннях, а також документи про прийом закордонних учених у ФТІНТ для проведення спільних науково-дослідних робіт та екскурсій у лабораторії інституту [225; 222; 223; 226; 216; 227–229; 232–235; 237–238].

У документах було знайдено листування з установами та організаціями про науково-дослідну діяльність, звіти про виконання спільних розробок та документи, що підтверджують затвердження початку спільних науково-дослідних та конструкторських розробок. Так на основі вивчення звітів проаналізовано динаміку виконання договорів за кількістю та економічним ефектом упровадження наукових розробок у народне господарство.

Першу групу джерел було поділено на такі підгрупи:

1. законодавчі документи, постанови органів влади;
2. звітна документація з вищих навчальних закладів;
3. особові справи;
4. звіти з науково-дослідної роботи ФТІНТ;
5. матеріали та плани наукового співробітництва;
6. документи про міжнародне співробітництво.

Законодавчі документи та постанови органів влади визначили загальні умови питань організації, будівництва ФТІНТ, перспектив розвитку напрямів науково-дослідних досліджень інституту. Цінністю цих документів є їх інформативна наповненість.

Вивчення звітної документації вищих навчальних закладів допомогло дослідити динаміку проходження курсової та переддипломної практики студентів вузів у лабораторіях ФТІНТ, сформуванню уявлення про координацію спільних науково-дослідних робіт.

Звіти з науково-дослідної діяльності ФТІНТ дозволили простежити особливості формування напрямів наукової роботи та встановити їх фундаментальне та прикладне значення.

Матеріали та плани наукового співробітництва (договори, протоколи, доповнення до них, листування з установами, організаціями) дозволили відтворити картину співпраці ФТІНТ із іншими науково-дослідними установами, підприємствами нашої країни. Значними виявилися звіти вчених та керівників інституту про виконання господарських тематик, що допомогли сформуванню уявлення про науково-дослідну роботу, яку проводили науковці, а також ступінь вирішення та важливості спільних розробок. Аналіз документів надав уявлення про рівень виконання спільних науково-технічних розробок, а також розвиток нових напрямів фізичної науки в досліджуваний період.

Завдяки вивченню документів про міжнародне співробітництво вдалося показати динаміку відряджень науковців ФТІНТ та прийом іноземних колег в інституті для виконання спільних досліджень, визначити характерні риси та особливості співпраці.

Значна кількість архівних матеріалів була зосереджена в науково-технічному архіві ФТІНТ. Це пов'язано з тим, що керівництво наукової установи не передавало документи в інші архіви України. За час існування інституту та плідної діяльності науковцями проводились дослідження за закритими темами на замовлення державних органів. Також, враховуючи профіль інституту, чимала інформація про результати наукових досліджень була закритою для розголосу та публічного ознайомлення, а деяка інформація і досі залишається закритою для ознайомлення та подальшого вивчення. Матеріали звітів і довідок із науково-організаційної та дослідної роботи установи містять інформацію про діяльність учених, які працювали у ФТІНТ, за певний час. У звітах наведено інформацію по відділах про науково-дослідну тематику. Зокрема, є інформація про науково-організаційну діяльність, міжнародні зв'язки, підготовку кадрів, роботу співробітників інституту за сумісництвом у вищих навчальних закладах Харкова.

Матеріали та документи архіву ФТІНТ про науково-технічне співробітництво інституту з іншими установами (звіти, договори, протоколи, листування інституту з науковими установами та підприємствами Радянського Союзу) були досить інформативними для повного розкриття поставлених завдань у дисертаційному дослідженні. Також у науковий обіг було введено інформацію щодо науково-дослідної діяльності, допомоги вчених ФТІНТ у вирішенні конструкторських проблем із налагодження роботи установок на підприємствах.

Друга група документів складається з науково-технічних праць учених, їх монографій та статей у наукових періодичних журналах. Друга група поділена на чотири підгрупи.

У *першу підгрупу* другої групи увійшли монографії вчених ФТІНТ [280–285] у галузі дослідження математичних проблем. Так, наприклад, монографія В. О. Марченка [281] присвячена побудові спектральної теорії диференціальних операторів другого порядку завдяки операторам перетворення. Особливістю

цієї наукової праці є те, що у кожному параграфі наведено задачі, які містять узагальнення та уточнення матеріалу.

Праця О. В. Погорєлова в області геометрії та теорії диференціальних рівнянь «Многомерная проблема Минковского» [283] призначена для наукових працівників та студентів. Робота присвячена розв'язанню відомої проблеми Мінковського про існування замкненої опуклої гіперповерхні із заданою гаусовою кривиною, а також окремим питанням із геометрії та диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Також необхідно зазначити монографію В. О. Марченка «Операторы Штурма-Лиувилля и их приложения» [284], де виокремлено, які задачі можна вирішувати завдяки використанню операторів перетворення в спектральній теорії та в її нетрадиційних додатках.

До *другої підгрупи* було віднесено монографії вчених інституту, які пов'язані з проведенням досліджень у галузі фізики низьких температур [295–318]. Так, наприклад, у монографії І. М. Дмитренка «В мире сверхпроводников» [303] розкриті властивості надпровідників, що відкривають широке коло можливостей у практичному застосуванні цього ефекту, наведено історію відкриття ефекту надпровідності та напрями фізики надпровідності.

Особливу увагу треба приділити колективній монографії провідних науковців ФТІНТ «Низкие температуры в стоматологии» [312], у якій відображено досвід учених зі створення кріогенної апаратури медичного призначення та її використання у стоматології. Вченими викладені основні методи кріотерапії для різних захворювань ротової порожнини, наведені факти, які оцінюють використання цих методів.

Однією з найінформативніших монографій у галузі кріогенної фізики стала праця Б. І. Веркіна «Криогенная и вакуумная техника» [301]. У ній автор наводить багато порівняльних характеристик зарубіжної та вітчизняної кріохірургічної апаратури для лікування захворювань людини в галузі стоматології, нейрохірургії, офтальмології, щелепно-лицьової та ЛОР онкології; крім того авторефрижераторів з азотною та фреоновою системами

охолодження, економічний ефект використання систем з азотним охолодженням.

Третю підгрупу склали лекції з загальних та спеціальних курсів, навчальні посібники для студентів вищих навчальних закладів [321–335], які були підготовлені провідними науковцями інституту, що за сумісництвом працювали у вищих навчальних закладах Харкова. До них увійшли курси лекцій провідних учених ФТІНТ: Б. І. Веркіна, В. В. Єременка, О. В. Погорєлова, А. Д. Мишкіса, Н. І. Ахієзера ті інші.

До *четвертої підгрупи* віднесено статті вчених ФТІНТ, які були опубліковані у наукових періодичних виданнях і збірниках: «Фізико-хімічна механіка матеріалів», «Акушерство и гинекология», «Вопросы нейрохирургии», «Геохимия» и «Холодильная техника» [336–363] та ін.

До **третьої групи** джерел належить періодика у багатотиражних газетах, яка, в свою чергу, була поділена на центральну («Труд», «Правда», «Социалистическая индустрия»), республіканську («Ленінська зміна», «Молодь України», «Правда Украины») та регіональну («Красное знамя», «Вечірній Харків», «Соціалістична Харківщина») [364–391]. У статтях міститься інформація, з якої можна отримати уявлення про науково-дослідну роботу, що проводилась у ФТІНТ у зазначений період. Багато дослідних робіт науковці виконували на замовлення інших науково-дослідних організацій та підприємств, співпрацюючи з ними. На базі цього матеріалу є можливість простежити, як здійснювалася наукова робота та налагоджувалось співробітництво інституту з різноманітними промисловими підприємствами країни. Значна кількість статей присвячена розробкам ФТІНТ та впровадженням їх у народне господарство, медицину, низькотемпературне приладобудування та інші галузі промисловості. Практично всі розробки науковців інституту були новітніми та мали значний економічний ефект.

Корисними для дослідження є статті [365; 368; 375; 376; 379; 383; 388; 389], що присвячені одному з найважливіших напрямків науково-дослідної роботи вчених інституту – кріогенній медицині. У статтях наводяться

результати експериментів на кріогенних установках, приладах для кріомедицини, що проходили випробовування у харківських лікарнях.

Про принципово нові розробки вчених ФТІНТ, в основі яких використовується надпровідність, ідеться у статтях [364; 369; 370; 372]. Авторами наводяться дані про випробування нової високочутливої геофізичної апаратури для пошуку корисних копалин та ефективність її використання у геологорозвідці.

У статтях [374; 378; 391] розкривається, як втілювалися розробки вчених інституту у практиці, а саме використовувалася кріогенна технологія для систем охолодження, що працюють на зріджених газах. Охарактеризовано спільну працю науковців ФТІНТ з Інститутом прикладної фізики АН СРСР та Молдавського науково-дослідного інституту харчової промисловості згідно з договором про творчу співдружність.

Також до джерельної бази дослідження було віднесено ювілейне видання на пошану Б. І. Веркіна «Б. И. Веркин, как мы его помним» [89], що було надруковано під редакцією науковців ФТІНТ. У цьому збірнику опубліковані спогади колег про видатного фізика-організатора, а також надано відомості про основні розробки і дослідження академіка Б. І. Веркіна.

Аналіз джерел засвідчує, що основою джерельної бази є архівні документи. Історіографічний і джерельний аналіз дозволив відтворити процес становлення та розвитку галузі фізики низьких температур із 30-х рр. ХХ ст. глибше, ніж це було зроблено у попередніх роботах. У дисертації було показано, як результати науково-дослідної роботи вчених ФТІНТ впроваджувались у народногосподарському комплексі країни, висвітлено організаційну роботу, яку проводили науковці інституту, розкрито зв'язки з закордонними науковими центрами та інститутами.

1.3. **Методологія наукового пошуку**

Історичне дослідження з історії науки і техніки має комплексний міждисциплінарний характер; положення дисертаційної роботи виходять із історії України, історії науки й техніки, наукознавства, фізичних наук, організації виробництва та ін. Для якнайкращого вивчення та розкриття розвитку фізики низьких температур в Україні, зокрема в Харкові, в обраних хронологічних межах автором використано багатий арсенал методів та принципів. З метою ефективного аналізу, науковості, достовірності і застосування різних інформаційних джерел дисертаційного дослідження були використані доробки вчених А. В. Санцевича, І. Д. Ковальченка, Я. С. Калакури, І. Н. Войцехівської, С. Ф. Павленка [137–140]. Нами були використані загальнонаукові, спеціальні та міждисциплінарні методи дослідження.

Під час роботи над даним дисертаційним дослідженням застосовано низку різноманітних принципів і методів. Методологічними основами дисертаційного дослідження стали принципи історизму, об'єктивності, всебічності та соціального підходу.

Принцип *історизму* передбачає врахування конкретно-історичних обставин досліджуваного періоду, взаємозв'язок та взаємообумовленість подій, розуміння причин, часу, місця подій. Завдяки цьому вдалося встановити певні закономірності еволюції розвитку галузі фізики низьких температур, взаємозв'язок і залежність процесів розвитку науки і техніки.

Для отримання достовірного, істинного знання про минуле в науковій роботі використовувався принцип *об'єктивності*. Він змушував розглядати розвиток історичного процесу з урахуванням об'єктивних закономірностей, що визначали процеси державно-політичного і суспільно-економічного розвитку даного історичного етапу; спиратися на реальні факти, не підлаштовуючи їх під зручну схему; вивчати кожне явище у сукупності і позитивних, і негативних

сторін. Цей принцип дозволив спиратися на конкретно-історичні факти, здійснювати неупереджену їх оцінку, критично підходити до джерел й історіографічного матеріалу.

Для розкриття цілісності еволюції становлення та розвитку фізики низьких температур у Харкові, зведення всіх складових зв'язків і функцій, що визначають механізм її діяльності, в єдину картину, використовувався *соціальний* підхід. Завдяки цьому були враховані певні впливи політичних, культурних, економічних, наукових чинників на становлення та діяльність ФТІНТ за досліджуваний період.

Також у дисертаційному дослідженні був використаний принцип *всебічності*. Вивчення закономірностей становлення та функціонування ФТІНТ за досліджуваний період, соціальних умов і матеріального забезпечення інституту було здійснено всебічно, з урахуванням соціальних, економічних, політичних та інших аспектів досліджуваної теми.

Для отримання достовірних науково-значимих результатів використовувалися *загальнонаукові методи*, як-от: аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування та конкретизація.

Крім загальнонаукових методів пізнання у дисертації застосовані *спеціальні історичні методи наукового дослідження* (історико-генетичний, історико-порівняльний, історико-системний, періодизації). Їх поєднання дозволило оптимально використати джерела та літературу і провести всебічне вивчення подій та явищ.

За допомогою історико-генетичного методу було показано цілий ряд передумов, що обумовили становлення та розвиток галузі фізики низьких температур у світі та дали поштовх для створення авторської періодизації галузі.

Історико-порівняльний метод застосований при виборі того чи іншого джерела інформації. Пріоритет надавався архівним документам та документам технічного характеру.

Завдяки використанню *історико-системного* методу були визначені взаємовпливи політичного й економічного життя держави та характеру розвитку наукових досліджень у ФТІНТ.

Для детальнішого вивчення теми із суміжних наук були використані *міждисциплінарні методи дослідження*: метод критично-об'єктивного аналізу джерел, статистичного й системного аналізу.

Таким чином, комплексне застосування науково-теоретичних принципів та методів при написанні дисертаційної роботи дозволило належно опрацювати зібрану інформацію, що була отримана з різних джерел. Усе це допомогло забезпечити об'єктивність і достовірність результатів при висвітленні подій і явищ, при розв'язанні поставлених завдань, що виносяться на захист.

Висновки до розділу:

За результатами історіографічного аналізу праць нами виділено два хронологічні періоди (радянський період та доба незалежності України). Перші історичні роботи, що стосуються еволюції галузі фізики низьких температур, висвітлюють питання її виникнення та розвитку ідей. Дослідження історії становлення та розвитку галузі фізики низьких температур в Україні набуло активності лише у роки незалежності держави. Це пояснюється тим, що у першій та початку другої половини ХХ ст. дослідження у галузі фізики низьких температур тільки зароджувалися. З другої половини ХХ ст. напрям кріофізики набув стрімкого розвитку, що було пов'язано з опануванням космічного простору та впровадженням нової техніки у виробництво, але унаслідок того, що багато науково-дослідних тем були заборонені до розголошення, в істориків не було наявної інформації для досліджень. Після 1991 р., коли Україна отримала статус незалежної держави, для істориків науки відкрилися матеріали для історичних досліджень, а також фахові науковці з галузі низькотемпературної фізики отримали право висвітлювати результати своєї наукової роботи в історичних монографіях. Однак наявні праці лише певною мірою розкривають окремі аспекти теми.

Джерельна база дисертаційного дослідження охоплює неопубліковані архівні матеріали та опубліковані науково-технічні праці вчених, монографії та статті у наукових періодичних журналах. До неопублікованих документів належать документи архівів: ЦДАВО України, ЦДАГО України, ІА НБУВ, ДАХО, відділу збереження та обробки документів НТУ «ХП», науково-технічного архіву ФТІНТ. До опублікованих робіт варто віднести наукові та науково-технічні монографії, публікації, які досліджувалися з метою повного вивчення теми дисертаційної роботи. Завдяки вивченню архівних матеріалів вдалося відтворити історію становлення та розвитку кріофізики в Україні, проаналізувати основні напрями наукових досліджень провідних учених.

Для кращого вивчення та розкриття розвитку кріофізики в Україні в обраних хронологічних межах нами використано багатий арсенал науково-теоретичних принципів та методів, що дозволило належним чином опрацювати зібрану інформацію з різних джерел, забезпечити об'єктивність і достовірність результатів при висвітленні подій і явищ, розв'язанні поставлених завдань, що виносяться на захист.

РОЗДІЛ 2

СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ У ГАЛУЗІ ФІЗИКИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

Фізика (в перекладі з грецької мови – природа) відноситься до галузі природничих наук і вивчає загальні закони природи, структуру і рух матерії. Термін «фізика» вперше був використаний Аристотелем, його основою стало вивчення природи як єдиного цілого, при цьому предметом дослідження були як найдрібніші частинки, так і весь Всесвіт [77]. Зараз фізика є комплексною наукою, яка включає до свого складу наступні розділи: механіка, термодинаміка, молекулярна фізика, електромагнетизм, оптика, атомна фізика, ядерна фізика.

2.1. Історичні передумови становлення наукових основ у галузі фізики низьких температур

Галузь фізики низьких температур вивчає фізичні процеси, що відбуваються при дуже низьких температурах, аж до абсолютного нуля, властивості матеріалів та поведінку живих організмів при впливі низьких та наднизьких температур [78]. Вона також пов'язана з багатьма галузями науки та техніки. Відповідно до Міжнародної системи одиниць вимірювання, температуру у фізиці прийнято вимірювати в градусах Кельвіна (K), де абсолютний нуль за шкалою Кельвіна дорівнює 273 градусам за шкалою Цельсія та вважається найнижчою температурою у Всесвіті. Температура кипіння рідкого кисню дорівнює 90 K, рідкого азоту – 20 K, а найнижчу температуру кипіння на сьогоднішній день має рідкий гелій – 4,2 K. Такі низькі температури отримують за допомогою спеціальної кріогенної техніки; гази, одержані за допомогою цієї техніки, називаються кріогенними рідинами [79].

У наш час дослідження в галузі кріофізики посідають чільне місце у фундаментальних науках та мають не тільки теоретичний, але й прикладний

характер. Застосування фізики низьких температур у найрізноманітніших галузях дає можливість досягти вагомих результатів у підкоренні космосу, дослідженнях пластичності матеріалів при впливі низьких температур, а також у найпрогресивніших галузях науки, промисловості, агропромислового комплексу, медицини, будівельної індустрії та ін.

Узагальнення відомостей щодо становлення та розвитку галузі фізики низьких температур дало можливість обґрунтувати умовну періодизацію розвитку наукових досліджень: I період (до 30-х рр. XX ст.) – зародження напрямку досліджень з кріофізики, коли у світі діяла лише одна кріогенна лабораторія у Лейденському університеті; II період (початок 30-х – початок 40-х рр. XX ст.) – кріогенні лабораторії відкриваються в СРСР, США, Англії, Німеччині, Канаді. Також у цей період було відкрито явище надпровідності рідкого гелію. III період (роки Другої світової війни) – використання низьких температур для нового типу зброї та воєнної техніки; IV період (післявоєнний) – активне застосування низьких температур для металургійної та хімічної промисловості; V період (кінець 50-х рр. XX ст. – сьогодення) – кріогеніка стає галуззю практичної науки та техніки.

Формування уявлень про низькі температури, їх отримання і вимірювання відносяться до початку XVIII ст. Однак у саме поняття «низькі температури» вкладався інший зміст, який поступово змінювався з роками. Так, наприклад, наприкінці XIX ст. низькими вважалися температури у діапазоні 90–50 К. А зараз за низькі температури прийнято вважати температури нижче точки кипіння рідкого повітря (80 К), наднизькі – нижче 0,3 К. З другої половини XIX по першу половину XX ст. єдиним значним та провідним центром, де проводилися дослідження під впливом низьких температур, була Лейденська лабораторія, в якій працював видатний науковець, піонер у галузі вивчення низьких температур Г. Камерлінг-Оннес.

У 1882 р. Г. Камерлінга-Оннеса, на той час уже досвідченого фізика, було обрано на посаду професора з експериментальної фізики Лейденського університету, де він очолив також фізичну лабораторію. Згодом учений

реконструював лабораторію університету під проведення спеціальних кріогенних досліджень, де обладнання було на виробничому рівні. Завдяки неабиякому таланту експериментатора та організатора Г. Камерлінга-Оннеса Лейденська лабораторія отримала суспільне визнання та стала фактично першим науково-дослідним інститутом у галузі кріофізики низьких температур.

У лабораторії науковець вивчав властивості матеріалів під дією наднизьких температур. Для проведення дослідів Г. Камерлінгу-Оннесу були потрібні кріогенні рідини, за допомогою яких досягаються наднизькі температури, тому під керівництвом ученого побудовано завод для отримання у великій кількості ожижених газів – кисню, азоту та повітря.

10 липня 1908 р. Г. Камерлінгу-Оннесу вдалося вперше у світі отримати зріджений гелій при температурі 4,2 К. У наступні роки було досягнуто ще нижчих температур, так, наприклад, у 1908 р. – 1,72 К, 1909 р. – 1,38 К, 1910 р. – 1,04 К, 1919 р. – 1,00 К, 1922 р. – 0,83 К [44, с. 105].

Після отримання перших літрів зрідженого гелію Г. Камерлінг-Оннес продовжив вивчати фізичні властивості чистих металів, а саме, електричний опір золота та ртуті, під впливом низьких температур. Учений дійшов до висновку, що при зниженні температури досліджувані метали набувають різних властивостей. Так у золота при зниженні температури знижується опір, але залишається кінцевим, якою б низькою не була температура. А у ртуті під впливом дуже низької температури електричний опір практично дорівнює нулю. Таким чином, у 1911 р. Г. Камерлінгом-Оннесом було відкрито явище надпровідності. У 1913 р. його було нагороджено Нобелівською премією в галузі фізики за дослідження властивостей речовин під впливом низьких температур, що привели до виробництва рідкого гелію [15, с. 106–107].

З 1911 р. Г. Камерлінг-Оннес експериментально вивчав характер залежності густини рідкого гелію від температури, та тільки у 1924 р. у спільних експериментах разом з Дж. Боксом науковцями була зафіксована максимальна густина при температурі 2,19 К. Наступного року вчений у спільних експериментах з Дж. Свеллоу та К. Кромеллінім отримав значення

критичної густини при критичній температурі ($P_{кр}=0,06930$ при $T_{кр}=5,19$ К). З 1926 р. директором Лейденської кріогенної лабораторії стає В. Х. Кеєзом, який продовжив дослідження Г. Камерлінга-Оннеса, та вже у цьому ж році науковцем було отримано гелій у твердому стані. У 1928 р. ученим виявлено фазовий перехід рідкого гелію 1 при температурі 2,19 К, нижче якої він переходить у квантову рідину – гелій 2. Так на базі досліджень та відкриттів науковців Лейденської лабораторії були закладені основи для розвитку нової галузі у фізиці – кріогенної фізики [15, с. 108; 16, с. 15–16].

Пізніше, у 1946 р., на зборах Відділення фізики та математики АН СРСР було вперше теоретично обґрунтовано явище надтекучості на макроскопічному рівні М. М. Боголюбовим [4, с. 37; 21, с. 377–429; 69, с. 112]. Ученим було розтлумачено той факт, що надпровідність можна розглядати як надтекучість електронного газу. У 1957 р. американськими фізиками Дж. Бардінім, Л. Купером та Дж. Шиффером на мікроскопічному рівні були розкриті механізми надпровідності. Спочатку вчені в журналі *Physical Review* опублікували тези на тему мікроскопічної теорії надпровідності, а згодом – велику статтю «Теорія надпровідності». Зараз теорія надпровідності носить назву теорія БКШ [69, с. 15–17].

Ще одним досягненням Г. Камерлінга-Оннеса можна вважати транспортування рідкого гелію, тому що до 1923 р. усі дослідження вчені були змушені проводити у кріостаті, який був приєднаний до зріджувача. У 1924 р. уперше було проведене успішне транспортування рідкого гелію з одного лабораторного приміщення в інше, а у 1931 р. – з Лейдена до Лондона. [71, с. 365; 72, с. 580]

Згодом кріогенні лабораторії стали з'являтися по всьому світу, цей період можна умовно назвати другим. Так за кресленнями Оннеса у 1923 р. Дж. Мак-Леннан у Торонто та у 1925 р. В. Мейснер у Берліні побудували гелієві зріджувачі. Важливим кроком у розвитку фізики стало відкриття у 1928 р. у Харкові УФТІ. Ініціатором організації наукової установи був А. Ф. Йоффе. Першим директором призначено І. В. Обреїмова. Діяльність науково-

дослідного інституту була сконцентрована на дослідженнях у галузі ядерної фізики, фізики кристалів, фізики низьких температур, теоретичної фізики, радіофізики та прискорювальної техніки. Роботи вчених інституту були спрямовані як у напрямку експериментальних досліджень, так і розробки техніки, яка була потрібна у різних галузях народного господарства країни [27, с. 7–15; 70, с. 7; 55, с. 7; 62, с. 78].

Одним із основних напрямків розвитку фізики в УФТІ була фізика низьких температур. Піонерські дослідження науковців інституту в галузі низькотемпературної фізики, зроблені ще у 30-х рр. ХХ ст., заклали основу багатьох досліджень, які залишаються актуальними й зараз. Так, наприклад, численні напрямки дослідження в галузі фізики низьких температур визначили застосування цього напрямку для фізики твердого тіла, структурних і теплових досліджень кріокристалів, кріогенних матеріалів та інше [26, с. 173, 183].

У 1930 р. з чотирирічного стажування у Лейденській лабораторії повернувся Л. В. Шубніков і одразу отримав пропозицію від І. В. Обреїмова, директора УФТІ, очолити новий напрям досліджень у новоствореному інституті. Таким чином, у 1931 р. кріогенну лабораторію в УФТІ започаткував та очолив Л. В. Шубніков, який мав досвід у кріогенних дослідженнях. Кріогенна лабораторія УФТІ стала третьою у світі, де було отримано вже у 1931 р. рідкий водень і у 1932 р. рідкий гелій [11, с. 167; 63, с. 265; 61, с. 1060]. Саме дослідження, які проводилися у кріогенній лабораторії УФТІ спочатку під керівництвом Л. В. Шубнікова, а після загибелі вченого, з 1937 р. – Борисом Георгійовичем Лазарєвим, були початком багатьох наукових напрямків фізики низьких температур. Із перших днів заснування кріогенної лабораторії УФТІ в коло наукових досліджень увійшли вивчення властивостей надпровідників, магнетиків, а також з'ясування особливостей зріджених і отверділих газів: аргон, азот, кисень, метан і гелій - і кріогенна техніка [20, с. 1761–1776; 34, с. 3–25; 54; 29, с. 3–4].

Слід зазначити, що відкриття в 1930 р. ефекту Шубнікова – де Гааза створило умови для проведення досліджень у зовсім нових напрямках фізики

квантових і гальванометричних явищ, тобто фізики металів та напівпровідників. Унаслідок кропіткої, важкої роботи Л. В. Шубнікова та його учнів відкриття явища антиферромагнітного фазового переходу зіграло величезну роль у поширенні досліджень у галузі фізики магнетизму і фазових переходів. Л. В. Шубніковим та його учнями було виявлено проміжний стан надпровідників, розпочато дослідження в області фазових переходів фізики гелію, отверділих газів, кріогенних рідин [63, с. 260; 18, с. 15].

У 1933 р. Л. В. Шубніков зі своїми колегами розпочав вивчення теплоти анізотропії при вимірюванні теплоти плавлення гелію-2. Йому вдалося встановити існування класу твердих тіл, в яких фазовий перехід має риси, що зближують його з переходом гелію-1 у гелій-2. У результаті проведення дослідів було встановлено, що найближча аномалія в досліджуваній речовині спостерігалася у твердому метані. Раніше цією проблемою займався К. Клаузіус. У 1929 р. ученим низкою своїх досліджень із вивчення властивостей твердого метану було знайдено та експериментально підтверджено наявність двох фазових переходів.

За наступні два роки вченими інституту було виконано ряд робіт, які знайшли впровадження у практику. Так був побудований зріджувач метану, методом фракційної десорбції отриманий криптон та ксенон, визначені криві рівноваги плавких при низьких температурах сумішей аргон-кисень, аргон-метан, азот-метан, багатокомпонентних сумішей, вивчені діаграми стану суміші гелій-азот. Всі ці роботи дозволили сформулювати фізичні принципи видобутку гелію з природного газу та розробити економічно вигідний процес виділення гелію навіть із бідних джерел. Дослідження використовувалися у різних галузях народного господарства країни [35, с. 120–122].

Одним із перших та основних напрямків досліджень кріогенної лабораторії УФТІ було вивчення стану надпровідності. За дуже короткий час із 1933 по 1934 рр. Л. В. Шубніковим та Ю. М. Рябініним була виміряна повна крива залежності індукції від поля для полікристалічного свинцю. Завдяки цьому дослідженню вченими було встановлено, що магнітна індукція в

надпровідному стані дорівнює нулю. Цим експериментом науковцями було підтверджено існування ефекту Мейснера. Вченими було проведено дослідження, що дозволило вивчити критичний стан сплавів. Зрештою, вони дійшли висновку, що критичне поле сплавів більше на два порядки поля чистих металів [34, с. 17].

Також у результаті проведених експериментів протягом 1934 р. Л. В. Шубніковим та В. Г. Хоткевичем уперше отримані дані про особливості питомої теплоємності надпровідних сплавів в області низьких температур. Науковці дослідили чимале коло питань, дали пояснення процесам розмагнічування надпровідників кільцевої форми та різного складу при одночасному впливі поля й струму, що надалі сформувало нове уявлення про критичні явища в надпровідних кільцях [18, с. 22].

За період 1935–1937 рр. Л. В. Шубніков разом із колегами, що займалися вивченням природи магнетизму для великої групи металів при дії низьких температур, унаслідок дослідження хлоридів перехідних металів Л. Д. Ландау встановив явище антиферромагнетизму, що стало першим спостереженням цього явища. Тільки у 1938 р. це явище було заново спостережено закордонним вченим Г. Біссетом.

У результаті проведених досліджень протягом 1937 р. Л. Д. Ландау була обґрунтована теорія проміжного стану, згідно з якою, надпровідник, що має значний коефіцієнт розмагнічування, при впливі та достатньо сильному магнітному полі набуває структуру чергування шарів двох фаз, розташованих уздовж поля. Відповідно до цієї теорії, вчені І. Є. Нахутін та Л. В. Шубніков у цьому ж році виявили під час здійснення експериментів сильну анізотропію провідності монокристалічних шарів олова. Цей дослід дав поштовх до відкриття проміжного стану надпровідників. Надалі Л. В. Шубніковим та М. Є. Олексіївським було виявлено існування проміжного стану при руйнуванні надпровідності металів і сплавів електричним струмом [34, с. 21].

У період 1939–1940 рр. Б. Г. Лазарєвим та Л. С. Каном запропоновано ідею отримання високих тисків при низьких температурах, що було названо

«льодова бомба». У результаті з немагнітної берилієвої бронзи вченими зроблені товстостінні «бомби», що дозволили вперше у світі провести дослідження впливу стиснення кристалічної решітки металів на їх надпровідність [25, с. 26].

На розвиток галузі фізики низьких температур в СРСР значно вплинуло заснування Інституту фізичних проблем (ІФП) у Москві. На початку 30-х рр. XX ст. з Кавендиської лабораторії повернувся ще один талановитий фізик – П. Л. Капіца. В Англії вчений проходив стажування під керівництвом Є. Резерфорда; вчений навіть почав фінансувати експериментальні проекти Капіци та залишив його для експериментальних робіт у лабораторії після стажування. Восени 1934 р., після приїзду Капіци до СРСР, науковцю заборонили виїжджати з Союзу. У цьому ж році була прийнята постанова Ради Народних Комісарів СРСР про будівництво в Москві ІФП, який став другою лабораторією в галузі фізики низьких температур. Директором інституту було призначено П. Л. Капіцу. На прохання вченого з Кембриджської лабораторії було привезене лабораторне обладнання, установку «Лінде», подарунок Резерфорда. У новоствореному інституті вченим були продовжені дослідження в сильних магнітних полях у галузі фізики й техніки низьких температур [23, с. 117–155; 97, с. 1251–1258; 98, с. 141–150].

В інституті Петро Леонідович Капіца продовжив серію експериментів із дослідження аномальних властивостей рідкого гелію. У 1937 р. вченим уперше було виявлено явище надплинності рідкого гелію при температурі нижче 2,19 К. (надплинність тому, що в'язкість його протікання скрізь тонкі капіляри у багато разів менша в'язкості мало в'язкої рідини). Капіцею були закладені основи розвитку фізики квантових рідин. Квантова теорія надрідин була продовжена та пояснена Л. Д. Ландау. За досягнення в галузі фізики та техніки низьких температур у 1939 р. ученого було обрано членом Академії наук СРСР, у 1943 р. – нагороджено Державною премією, у 1978 р. вчений став Нобелівським лауреатом у галузі фізики [51, с. 141–150].

Хоча у світі стали з'являтися кріогенні лабораторії, як і раніше, ця галузь фізики була недостатньо розвиненою. Це пояснюється тим, що сам гелій та способи його отримання дуже багато коштували.

Третім умовним періодом у розвитку галузі кріогенної фізики можна вважати роки Другої світової війни. Робота багатьох наукових інститутів та лабораторій була зупинена. Лабораторії, що знаходилися в евакуації, працювали на користь авіації та флоту. Зокрема інтерес до кріогеніки зріс зі створенням нового типу зброї та воєнної ракетної техніки, де потрібно було знайти новий тип палива, ефективний окиснювач, яким став рідкий кисень, а паливом – гас.

Інженерні досягнення вчених у галузі фізики низьких температур у роки Другої світової війни перевищували очікування. Так у 1938 р. в ІФП П. Л. Капіцею була сконструйована перша турбодетандерна установка для зрідження повітря, яка відрізнялася високою на той час продуктивністю (30 кг/р. рідкого повітря) та коротким часом запуску (20 хв.). Установки для отримання рідкого кисню використовувались у промисловості: чорна та кольорова металургія, хімічне виробництво та ракетна техніка для авіації та флоту у воєнні роки. У 1941 р. учений отримав Державну премію за розробку турбогенератора для отримання низьких температур та його використання для зрідження повітря, в 1943 р. – нагороджено орденом Леніна, а у 1945 р. – присвоєне звання Героя Соціалістичної Праці за досягнення в розробці промислових методів отримання рідкого кисню [51, с. 141–150].

Вчені УФТІ також активно працювали на оборону країни, протягом 1941–1943 рр. інститут евакуйовано до Алма-Ати. Науковими напрямками на той час були теоретична фізика, прикладна оптика, радіолокація, матеріалознавство. Зокрема, співробітниками інституту М. С. Руденком та Е. С. Хоткінським були створені пляшкові запальники для ефективного займання горючої суміші запалювальних протитанкових пляшок. В. Г. Хоткевич спільно з колегами запропонував і реалізував спосіб підвищення дальності стрільби для військово-морського флоту. Якщо раніше двигуни торпед працювали на стиснутому

повітрі, то підігрів повітря спеціальними термітними шашками дозволив підняти робочий тиск та, відповідно, дальність руху. 23 серпня 1944 р. були отримані перші літри рідкого повітря, а вже у 1946 р. – рідкий водень і гелій [55, с. 8;].

У післявоєнні роки стрімко починає розвиватися металургійна та хімічна промисловість, зростає потреба у виробництві кисню та азоту у великих масштабах, що могло бути здійснено тільки за допомогою глибокого охолодження. Обладнання для поділу повітря – це великі споруди, що працюють за безперервним циклом. Тобто галузь кріогенного машинобудування почалася саме з розробки та запуску такого обладнання.

У 1945 р. на Балашихінському кисневому заводі біля Москви за участі ІФП було запущено в експлуатацію промислову установку з продуктивністю 1300 кг/р. рідкого кисню [51, с. 141–150].

У післявоєнні роки УФТІ повернено до Харкова та швидко відновлено. Вже у серпні 1944 р. почав працювати корпус, де проводилися експерименти з воднем, у наступному році були повністю відновлені головний та кріогенний корпуси. До 1 листопада 1946 р. одна за одною введені в дію азотна, воднева й гелієва установки. З метою проведення досліджень у лабораторіях почали працювати водневий та гелієвий трубопроводи від ожигувача та газгольдерів до вимірювальних установок у кімнатах головного корпусу. Кріогенна лабораторія оновилася працездатним складом: В. Г. Хоткевич, Л. С. Кан, Я. С. Кан, Є. С. Боровик, Н. М. Цин, М. Ф. Федорова, М. С. Руденко, О. О. Галкін, Б. Н. Єсельсон, В. І. Богданов, Б. І. Веркін [91, с. 36–37; 162, арк. 87].

У відновленому інституті з оновленим складом дослідницькі роботи продовжилися швидкими темпами, та вже у 1949 р. в олова був знайдений ефект Шубнікова – де Гааза. Цією проблемою займався Є. С. Боровик. Незабаром в олова було вперше виявлено явище де Гааза-ван Альфена. Пізніше науковцями Б. І. Веркіним, Б. Г. Лазарєвим, М. С. Руденком явище де Гааза-ван Альфена було знайдено у кадмію, берилію, магнію, індію, стибію. У процесі

проведення експериментів у 1955 р. ученими Б. І. Веркіним, І. М. Дмитренком, І. Ф. Михайловим було детально з'ясовано анізотропію ефекту де Гааза-ван Альфена [33, с. 187].

Наприкінці 40-х рр. XX ст. в УФТІ вже були представлені результати вивчення температурної залежності в'язкості рідкого й газоподібного азоту та аргону при постійному об'ємі. Науковцями розроблено метод вимірювання та проведено вимірювання коефіцієнта в'язкості в широкому інтервалі температур, що перекриває критичну температуру, від точки плавлення азоту до кімнатної температури. Показано, що в'язкість при постійному об'ємі залежить від температури; що при переході через критичну точку в'язкість змінюється безперервно [158, арк. 80].

Б. Г. Лазарєвим проведені дослідження впливу стиснення на надпровідному переході в магнітному полі. Розроблено методику вимірювання цього ефекту, що дозволяє виявити його в олова і знайти температурний хід. Ученим доведена хибність уявлень про спостереження малих величин ефекту, заснованого на неправильних вимірюваннях у Канаді та Англії. Показана неправильність уявлень Гейзенберга щодо цього ефекту та інших властивостей надпровідників.

При вивченні впливу магнітного поля на опір металів при низьких температурах показано, що у монокристалічного цинку довжина вільного пробігу електронів менше 0,5 мм. Цей результат став доказом неправильних висновків американських авторів про малу кількість електронів у провіднику. Вперше знайдено явище немонотонного зростання опору в магнітному полі та запропоновано нову гіпотезу, згідно з якою це явище не є аномальним, що підтверджено дослідженням групи металів при дії низьких температур [158, арк. 84–85; 160, арк. 208; 161, арк. 86].

Уперше в 1949 р. Б. Г. Лазарєвим та І. М. Ліфшицем у результаті досліджень в області розділення ізотопів гелію та вивчення властивостей розчинів гелію-3 і гелію-4 був запропонований ефективний прилад для збагачення азотом гелію-3. Також розроблені термодинамічна теорія сумішей

гелію-3 і гелію-4 і теорія перетікання плівки гелію-2, збагаченого гелієм-3. З'ясовано, що всі закономірності, які спостерігаються, можуть бути пояснені механізмом вирівнювання концентрацій через газову фазу. Науковцями показана неправильність ряду теоретичних та експериментальних робіт американських фізиків у цій області досліджень [159, арк. 23; 158, арк. 84–85].

Таким чином, був ліквідований застійний період у наукових розробках учених УФТІ, що проводилися до війни. У післявоєнні часи були продовжені та розширені дослідження осциляційних явищ у властивостях металів при низьких температурах. Ці досліді розпочаті ще у 1939 р. Л. Д. Ландау та О. І. Ахієзером.

Протягом 50-х рр. ХХ ст. з'явилися нові напрямки досліджень, наприклад, вивчення енергетичного спектра електронів у металі, якими займались І. М. Ліфшиц, А. М. Косевич, О. В. Погорелов, М. Я. Азбель, М. І. Каганов, В. Г. Піщанський [121, с. 23].

У 50-ті рр. ХХ ст. виникає потреба в розвитку матеріалознавства для створення та налагодження промислового випуску матеріалів, що могли б забезпечувати механічні та термодинамічні характеристики машин при впливі низьких температур. Для ефективності технологічних процесів у фізиці низьких температур потрібні були нові засоби автоматики та контрольно-вимірювальної техніки. Також до цього моменту зрозуміли, що надійніша ізоляція – це вакуум, тому виникає потреба у розвитку вакуумної техніки. Використання холоду потребують багато галузей науки й техніки, кріогеніка стає галуззю практичного застосування. Також СРСР знаходився в конкурентній боротьбі в освоєнні нових можливостей у використанні кріогенних технологій. Цей період характеризується зростанням інтересу до розвитку кріофізики, що стає новим етапом еволюції галузі.

У 50-х – на початку 60-х рр. ХХ ст. у кріогенній лабораторії УФТІ з'являються нові напрямки досліджень. Уперше науковцями Є. С. Боровиком та Б. Г. Лазарєвим було знайдено і вивчено ефект Фермі у чистих металах при низьких температурах. Також було досліджено ряд електронних властивостей

металів, їхні магнітні та гальванометричні властивості. Протягом 1957–1959 рр. О. О. Галкіним та П. А. Безуглим було теоретично й експериментально вивчено циклотронний резонанс у ряді металів: олові, цинку та індії [25, с. 27].

У період 1950–1963 рр. з'являються перші дослідження з розділення ізотопів гелію-3, якими займалася група науковців, у складі: Б. Н. Єсельсон, Б. Г. Лазарєв, Н. Г. Березняк, І. В. Богоявленський. Наукові роботи вчених започаткували вивчення властивостей розчинів і діаграм стану системи гелій-3 – гелій-4: вплив домішки гелію-3 на діаграми стану рідина-пари, рідина-кристал, поверхневого натягу [25, с. 28].

Науковцями Б. Н. Єсельсоном, Ю. З. Ковдрою, Б. Г. Лазарєвим у 1963 р. експериментально знайдено, що швидкість утворення плівки змочування гелію-2 при наповзанні її на свіжу тверду поверхню майже на порядок більше швидкості усталеного перетікання, визначено залежність швидкості від температури [91, с. 40].

Дослідження першої кріогенної лабораторії Харкова в УФТІ заклали основу для розвитку кріофізики в Україні та сприяли організації та відкриттю кріогенних лабораторій у Києві, Харкові, Донецьку та інших містах Радянського Союзу. На базі УФТІ були утворені Інститут радіофізики та електроніки АН УРСР та ФТІНТ.

2.2. Інституціоналізація наукових досліджень у галузі кріофізики в Україні

У результаті внутрішньої логіки розвитку наукових галузей фізики і для переходу їх на професійний рівень діяльності відбувається процес інституціоналізації науки, що передбачає прийняття адміністративних рішень про створення наукових закладів, дослідницьких центрів, лабораторій і т. д.

У 1918 р. за ініціативою керівництва СРСР у Ленінграді були відкриті три інститути: Державний оптичний інститут (академік Д. С. Рождественський), Інститут рентгенології та радіології (професор М. І. Неменов) і Фізико-

технічний інститут (академік А. Ф. Йоффе), в Москві: Фізична лабораторія Російської академії наук (академік П. П. Лазарев) і Центральний аерогідродинамічний інститут (член-кореспондент М. Є. Жуковський). Уже через десять років видатні досягнення вчених Ленінградського ФТІ (Д. А. Рожанського, І. В. Обреїмова, О. І. Лейпунського, І. В. Курчатова та ін.) відіграли велику роль у становленні фізичної науки й вивели інститут на світовий рівень. У 1919 р. для забезпечення інститутів науковими кадрами в Ленінградському політехнічному інституті був організований фізико-механічний факультет. Так з ініціативи А. Ф. Йоффе вперше в СРСР була закладена база комплексу «науковий інститут – вищий навчальний заклад» [76, с. 82].

Для децентралізації науки в СРСР було прийнято рішення про організацію наукових центрів і, зокрема, великих фізичних центрів у провінції в організованому порядку, тому що до початку ХХ ст. в СРСР було всього два центри фізичної науки – Ленінград (нині Санкт-Петербург) і Москва. У 1928 р. А. Ф. Йоффе було прийнято рішення виділити з Ленінградського Фізико-технічного інституту (ЛФТІ) такі ж інститути для Томська, Харкова, Дніпропетровська та Свердловська (нині Єкатеринбург). Уже в цьому році розпочалося будівництво УФТІ у Харкові, яке відбувалося швидкими темпами при фінансовій підтримці з боку Вищої Ради Народного Господарства (ВРНГ) СРСР та України і було завершено за 9 місяців. Першим директором УФТІ І. В. Обреїмовим були закладені стратегічні напрямлення наукових досліджень в інституті, що дозволило за короткий час отримати вагомі результати в галузі теоретичної фізики.

В УФТІ І. В. Обреїмовим була організована перша в СРСР та четверта у світі кріогенна лабораторія, яку згодом очолив Л. В. Шубніков. УФТІ став базою для розгортання наукових досліджень із кріофізики в Україні. З перших днів організації в лабораторії проводились дослідження властивостей зріджених і отверділих газів (азоту, аргону, кисню, метану). Науковцями кріогенної лабораторії УФТІ, першими в СРСР, розпочаті вивчення

властивостей гелію. Для проведення прикладних досліджень було сконструйовано дослідну станцію глибокого охолодження. Вчені інституту ініціювали в СРСР проведення досліджень за темою «атомне ядро». [29, с. 3–4; 66, с. 20–23; 76, с. 100]

До початку 50-х рр. XX ст. у Радянському Союзі існували лише три кріогенні лабораторії при Інституті фізичних проблем (м. Москва), Фізико-технічному інституті (м. Харків) та Інституті фізики (м. Тбілісі). За допомогою УФТІ у 1953 р. була організована кріогенна лабораторія у Фізико-технічному інституті (м. Ленінград) та у 1954 р. – Інституті фізики (м. Київ). Сили вчених були розпорошені в маленьких лабораторіях фізичних інститутів та виконували лише допоміжні функції. На той час фізична наука розвивалась досить динамічно, зокрема галузь фізики низьких температур відігравала значну роль у науково-технічному прогресі країни. Актуальними питаннями на той момент були дослідження й освоєння космічного простору, конструювання ракет, ракетопланів, крилатих ракет, керованих снарядів та іншої космічної техніки, а також механізмів та приладів для них. Ці завдання були пов'язані з тим, що космічні літальні пристрої та матеріали, з яких вони виготовлені, повинні працювати в середовищі, що радикально відрізняється від земного за своїми фізичними характеристиками. Значна частина наявної на той момент інформації містила відомості тільки про поведінку матеріалів у земних умовах. Тому підготовка та запуск ракет, а також складність проведення дистанційних експериментів робили необхідним вивчення поведінки матеріалів в умовах, що імітують космічний простір. Отже, необхідно було імітувати космічний простір у лабораторних умовах. Окрім того, за допомогою методів та приборів на основі використання фізики низьких температур ставились питання про застосування їх у дослідженнях космосу, міцності металів, надпровідності, медицині, біології, сільському господарстві та ін. Широке коло застосування результатів досліджень кріогенної фізики потребувало значно більшого спрямування на розробку найбільш актуальних і важливих питань у цій галузі.

Тому на початку 1959 р. Б. І. Веркін та О. О. Галкін почали готувати наукову базу під майбутній інститут. Ученими планувалося, що кожен напрям дослідження повинен був очолити доктор або кандидат наук. За підтримкою в листах і доповідних записках, що обґрунтовували необхідність створення окремої науково-дослідної установи з досліджень у фізиці низьких температур, учені зверталися до Академії наук і Центрального Комітету правлячої на той момент партії, але ніякого рішення довгий час не вдавалося отримати [28, с. 160; 88, с. 16].

За підтримкою директора Інституту радіофізики та електроніки (ІРЕ) О. Я. Усикова науковцям вдалося отримати приміщення для першої лабораторії майбутнього інституту, яка отримала назву «Лабораторія «В». Також за активною допомогою П. Л. Капіци, відомого фізика та директора Інституту фізичних проблем, отримали фінансування близько 2 млн. крб. Гроші були переведені на рахунок ІРЕ, тому що сам ФТІНТ, як установа, ще офіційно не існував. Але науковці вже розпочали активну науково-дослідну діяльність у маленькій лабораторії. Протягом 1959 р. велася напружена робота, вчені працювали у двох напрямках: реалізація отриманого фінансування та очікування позитивного рішення з приводу організації інституту [89, с. 273–274].

На першому етапі організації ФТІНТ вчені зіткнулися з проблемою розташування корпусів та приміщень. Керівництвом у Москві планувалося будівництво в Харкові, який уже був сформованим центром фізичної науки, але керівники у Києві наполягали на Дніпропетровську. Для інституту підходив будь-який промисловий центр із потужною металургійною базою, в якому були б науково-дослідні установи фізико-математичного чи технічного профілю та вищі технічні навчальні заклади. На той час у Дніпропетровську не було жодної установи фізико-математичного профілю. Натомість у Харкові такий інститут міг би розвиватися на базі потужного наукового потенціалу та матеріально-технічної бази УФТІ та ІРЕ [166, арк. 31–46].

Освоєння та дослідження відкритого космосу стало перспективним напрямом у СРСР наприкінці 50-х рр. ХХ ст. Двома великими державами у боротьбі за лідерство в цій галузі були Радянський Союз та Сполучені Штати Америки (США). Академік Сергій Павлович Корольов, який був одним із піонерів радянського ракетобудування та видатним конструктором перших штучних супутників, жорстко поставив питання про вакуумне випробування вузлів тертя за темою «Зірка». Як зазначалося вище, ще до прийняття позитивного рішення про існування та будівництво приміщень для інституту Б. І. Веркіним разом із колективом було прийнято рішення про початок досліджень щодо вивчення проблем із вакуумного випробування вузлів тертя в маленькій лабораторії, яку вченим вдалось організувати своїми силами. Це допомогло б звернути увагу керівництва Академії наук СРСР на значний внутрішній потенціал учених. Водночас ця актуальна тема змогла б надати організаторам інституту значні матеріальні вигоди та відкрити шляхи до можливості успішного будівництва інституту. Була сконструйована перша випробувальна установка з кріогенним вакуумом із магістральної газової труби та двигуна постійного струму, що вже відпрацювала у Науково-дослідному інституті вакуумної техніки ім. С. А. Векшинського 500 годин. У результаті експерименту була отримана гірка міді з графітом, що було свідомством процесів тертя у вакуумі. До цього експерименту про тертя у вакуумі нічого не було відомо та не існувало вакуумного матеріалознавства. Коли С. П. Корольов дізнався про таку самодіяльність з боку вчених, то розлютився, але цей важливий досвід відкрив усі двері вченим. Із цього моменту було прийнято рішення про спрямування робіт інституту та підтримку його діяльності з боку ЦК КПРС. Керівництву ФТІНТ було доручено організацію центру вакуумних досліджень і розвиток вакуумного та космічного матеріалознавства [88, с. 42].

Відповідно до перспективних планів розвитку науки АН СРСР і АН України, за Постановою Ради Міністрів УРСР № 681 від 11 травня 1960 р., а також Постановою Президії АН УРСР (протокол № 31 параграф 393) від 13 травня 1960 р. було прийнято рішення про створення ФТІНТ у Харкові для

розвитку перспективних наукових досліджень у галузі низькотемпературної фізики та вирішення практичних завдань господарського комплексу країни (Додаток Б). Керівництво інститутом було доручено д-ру фіз.-мат.наук Б. І. Веркіну (Додаток Д). Заступником директора з наукової роботи було призначено д-ра фіз.-мат. наук О. О. Галкіна [268, арк. 3]. Цього ж року були закуплені прилади для лабораторій інституту на суму близько 3,5 млн. крб. Одночасно були укладені договори з підприємствами на постачання обладнання на суму 6 млн. крб. [67, с. 8–10, 14; 10, с. 165–177; 174, арк. 1–9].

У свою чергу, партійне керівництво Української РСР поставило перед інститутом такі наукові завдання: експериментальні та теоретичні дослідження в області радіоспектроскопії твердих тіл при низьких температурах, дослідження явищ низькотемпературного магнетизму, надпровідності, пластичності та міцності кристалів, вивчення фізичних властивостей зріджених газів та їх сумішей [168, арк. 89; 268, арк. 3]. Рада Міністрів СРСР своєю Постановою № 876–375 від 23 вересня 1961 р. поклала на ФТІНТ обов'язки основного інституту в області кріогенної ракетної техніки. Головним завданням новоутвореного інституту стало проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, які спрямовані на удосконалення систем із низькокиплячими рідинами, застосовуваних у спеціальних об'єктах і космічних апаратах. Інститут мав статус таємності, дослідження проводилися за технічними завданнями ЦКЛ-589, НДІ-801 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з оборонної техніки, НДІ-10 і НДІ-17 Державного комітету Ради Міністрів СРСР з радіоелектроніки, ДКБ-52 Державного комітету Ради Міністрів СРСР із авіаційної техніки [168, арк. 89–95]. Інститут має науково-технічний архів, де досі зберігається значна кількість архівних документів із закритих тематик під грифом таємності.

У 1965 р. в Донецьку для теоретичної та експериментальної розробки проблем фізики твердого тіла, для забезпечення подальшого технічного прогресу в металургійній, вугільній, машинобудівній промисловості Донбасу було створено Фізико-технічний інститут ім. О. О. Галкіна АН УРСР

(ДонФТІ). Організатором інституту і його першим директором був академік АН УРСР Олександр Олександрович Галкін. Тісна співпраця з ФТІНТ дала можливість за короткий термін освоїти отримання кріогенних рідин, що дозволило ДонФТІ розвивати дослідження в області твердого тіла й комплексні дослідження речовини в екстремальних умовах (низькі температури, високий тиск, сильні магнітні поля і т.д.).

Науковцями інституту отриманий цілий ряд фундаментальних наукових результатів світового значення: відкриття принципово нового фізичного явища проміжного стану в антиферромагнетиках; розвиток теорії екситонів, кінетичних властивостей напівпровідників, дефектів у кристалах; виявлення й дослідження незворотного індукування сильним магнітним полем нових станів речовини; розробка якісно нового підходу до отримання фізичної інформації з тунельних характеристик надпровідників; відкриття явища доплерон-фононного резонансу в металах; виявлення нового виду пластичної деформації мезоскопічного рівня – утворення локальних дипольних вигинів кристалічної решітки та ін.

У ДонФТІ розроблені наукові та технологічні основи гідроекструзії; основи управління механічними властивостями високоазотистих сплавів із використанням високих тисків; методи й режими формоутворення виробів із порошків із використанням холодного ізостатичного пресування; нові принципи формування наноструктурного стану матеріалів у масивних зразках, засновані на використанні високих гідростатичних тисків та інтенсивних пластичних деформацій; комплекс результатів розвитку найактуальніших напрямків науки: високотемпературної надпровідності, фізики сильнокорелірованих систем, нанофізики та нанотехнологій, магнетизму, оптики, будови і властивостей матеріалів, наукових основ створення нових функціональних матеріалів. Зараз в інституті розвиваються актуальні напрямки фізичної науки: нанофізика і нанoeлектроніка; фізика й технологія перспективних конструкційних і функціональних матеріалів; фізика кристалів в екстремальних умовах [80; 109, с. 735–736].

У 1967 р. при Харківському державному університеті (ХДУ) починає працювати кріогенна лабораторія зі своїм гелієм, створена В. Г. Хоткевичем. Азотна й гелієва ожижительні станції були засновані на фізичному факультеті ХДУ для інтенсифікації наукових досліджень у галузі фізики низьких температур. Кріогенна лабораторія є єдиною у вищих навчальних закладах України, яка забезпечує кріогенними рідинами навчальний процес і наукові дослідження в університеті [81].

Фундаментальні розробки в галузі фізики низьких температур, відкритті нових явищ і процесів у біології, медицині, хімії, біотехнологіях, кріогенному машинобудуванні та інших галузях науки дали поштовх розвитку нового напрямку – кріобіології та кріомедицині. На той час актуальним питанням був розвиток мережі банків кріоконсервування крові. У вересні 1968 р. в Українському інституті вдосконалення лікарів МОЗ СРСР була створена перша в Україні проблемна науково-дослідна лабораторія низькотемпературної консервації кісткового мозку та крові. Ініціатором створення та першим керівником лабораторії був засновник вітчизняної кріобіології, член-кореспондент НАН України за спеціальністю «Кріобіологія», академік медичних наук М. С. Пушкар. Лабораторія перебувала на території Харківського обласного онкологічного диспансеру (Померки), що сприяло комплексному лікуванню хворих [75, с. 93–96].

Розвитку нового напрямку сприяло також створення на базі лабораторії ФТІНТ у 1972 р. Інституту проблем кріобіології та кріомедицини НАН України (ІПКіК). З 1972 по 1983 рр. ІПКіК очолював М. С. Пушкар, який став керівником фундаментальних досліджень, спрямованих на вивчення механізмів кріоушкоджень і кріозахисту клітинних структур, а так само численних прикладних розробок, багато з яких знайшло впровадження в медицині та народному господарстві. Наприклад, ученим уперше у світі розроблені кількісні теоретичні моделі явищ і процесів, що протікають на різних етапах циклу низькотемпературного консервування кісткового мозку, тканини

щитовидної залози, розроблені нові методи лікування із застосуванням впливу холоду.

У ІПКіК розроблені кріобіотехнології, які охоплюють заготовку, кріоконсервування й довгострокове зберігання кріоплаценти, клітин і тканин (ембріональних гемопоетичних і нервових клітин, тканин раннього хоріона, селезінки, щитовидної залози, нирок, трубчастих і плоских кісток, хрящової і церебральної тканин, статевих залоз, клітин і тканин інших органів). Клінічна апробація введення кріоплаценти при лікуванні фетоплацентарної недостатності, невиношування вагітності, цукровому діабеті і його ускладненнях, безплідді чоловічому і жіночому, патологічному клімаксі підтвердила високу терапевтичну ефективність [65, с. 269–274; 82; 83].

В. І. Грищенком разом зі співробітниками розроблені методичні підходи до запліднення поза організмом. Уперше в Україні в 1990 р. було проведене штучне запліднення, в результаті чого 19 березня 1991 р. народилася дитина «з пробірки». Був розроблений в інституті спосіб надшвидкого заморожування сперми й ембріонів людини, запатентований у США, Англії, Франції, Німеччині та Японії [48, с. 55–56].

Дослідження фізіологічних процесів при короткотривалому впливі холоду на організм сприяли розробці нових немедикаментозних методів корекції патологічних станів людини, в першу чергу порушень діяльності центральної нервової системи. Після тривалих експериментів ученими ІПКіК встановлено, що короткочасний вплив низьких температур викликає підвищення потужності спектру біоелектричної активності серця як в наднизькому, так і в низькому діапазоні частот, при цьому зміни носять зворотний характер зі швидким поверненням до норми. Тому періодичні процедури в камері екстремальної кріотерапії за температури -120 градусів за шкалою Цельсія підвищують здатність організму до адаптації через активацію внутрішньоклітинних метаболічних і транспортних процесів, що призводить до зменшення деструктивних процесів в міокарді. Перша камера екстремальної

кріотерапії сконструйована у середині 90-х рр. минулого століття у Харкові в ІПКіК за участю вчених ФТІНТ [243, арк. 102–104; 65, с. 269–274; 82; 83].

22 червня 1994 р. в Міністерстві юстиції України зареєстрована добровільна громадська організація Українське товариство кріобіології та кріомедицини (УТКіК). Основні завдання організації були сприяння впровадженню науково-дослідних робіт із проблем кріобіології та кріомедицини в практику; обмін інформацією між членами організації з питань кріобіології та кріомедицини; розвиток міжнародного співтовариства з питань, що лежать у межах статутної діяльності. 18–20 жовтня 1995 р. у Харкові відбувся перший з'їзд УТКіК [48, с. 55–56]. У 1998 р на базі інституту за підтримкою з боку ЮНЕСКО була створена єдина в світі Міжнародна кафедра кріобіології та кріомедицини.

Отже, визначальною тенденцією розвитку кріофізики в Україні було створення вузькогалузових дослідних лабораторій та інститутів, що дало змогу поглибити науково-дослідну роботу. Перша кріогенна лабораторія організована в УФТІ стала базою для розгортання наукових досліджень у галузі низькотемпературної фізики в Україні. За допомогою УФТІ у 1954 р. була організована кріогенна лабораторія в Київському інституті фізики. Наприкінці 50-х рр. ХХ ст. фізична наука розвивалась досить динамічно, зокрема галузь фізики низьких температур відігравала значну роль у науково-технічному прогресі країни. Тому в 1960 р. для розвитку перспективних наукових досліджень у галузі кріофізики та вирішення практичних завдань господарського комплексу країни організовано спеціальний науково-дослідний інститут – ФТІНТ у Харкові. У 1965 р. для теоретичної та експериментальної розробки проблем фізики твердого тіла та забезпечення подальшого технічного прогресу в металургійній, вугільній, машинобудівній промисловості Донбасу створено ДонФТІ, який завдяки тісній співпраці з ФТІНТ мав можливість розвивати

комплексні дослідження речовин в екстремальних умовах. Для розвитку нового напрямку – кріобіології та кріомедицини - на базі лабораторії ФТІНТ у 1972 р. створений ІПКіК.

2.3. Початковий період діяльності Фізико-технічного інституту низьких температур

Діяльність ФТІНТ у галузі фізики низьких температур можна умовно поділити на три періоди (Додаток А): I – початковий період діяльності ФТІНТ – визначається 60–70-ми рр. ХХ ст., коли починає формуватися науковий колектив інституту, створюватися відділи та розвиватися наукові напрямки ФТІНТ, з’являються перші наукові досягнення вчених. У цей період інститут отримує наукове визнання завдяки експериментальним та теоретичним науковим досягненням у галузі фізики надпровідності, нормальних металів, магнетизму, кріокристалів, рідкого та твердого гелію та галузі фундаментальної та прикладної математики. II – період активної наукової діяльності ФТІНТ – 80-і рр. ХХ ст. У ФТІНТ розширюються дослідження з вивчення фізичних властивостей гелію в області низьких температур до одиниць мілікельвіна, починають розвиватися нові дослідження у галузях фізики високотемпературної надпровідності, мезоскопічних систем та ін. Науковці інституту досягають значних успіхів у роботі зі створення пристроїв надпровідної електроніки з рекордними рівнями чутливості та стабільності. III період – наукові пошуки – з 1991 р. по сьогоднішній день – цей умовний період є сучасним періодом діяльності ФТІНТ.

З перших днів створення інституту розпочалися науково-дослідні роботи, пов’язані з розробкою та створенням бортової малогабаритної та економічної холодильної апаратури, що дозволяє підтримувати в об’ємі розташування чутливих датчиків (фотоопорів, інфрачервоних болометрів, мазерів та ін.) знижену температуру в межах від -195 до -269 градусів за шкалою Цельсія.

Пристрої, що розроблялися вченими ФТІНТ, були необхідні для охолодження приймачів у головках наведення ракетних пристроїв, приймачів у пеленгаційних системах, детекторів інфрачервоного випромінювання та мазерів на борту космічних кораблів [36, с. 14–37; 168, арк. 89–95].

У червні 1960 р. інституту було відведено четвертий поверх будівлі на площі Тевелєва № 11 (з 1996 р. – площа Конституції), яка раніше належала Торговельному інституту. Там були розташовані лабораторії, бібліотека, конструкторське бюро й адміністрація (Додаток В). З 15 жовтня при інституті створені експериментальні майстерні для проведення експериментів, площею близько 600 м², де почали монтаж обладнання (Додаток Б). До 15 грудня завершено монтаж азотного зріджувача на території, що була тимчасово надана інституту коксохімічним заводом (площею близько 100 м²). Пізніше розпочато підготовку до монтажу водневого зріджувача. Вже в 1962 р. було введено в експлуатацію кріогенний корпус, у якому змонтовано основне зріджувальне обладнання, що працювало при водневих і гелієвих температурах, і тимчасово розміщена вимірювальна апаратура лабораторій [213, арк. 28].

Але приміщення, в яких розташувалися лабораторії інституту, знаходилися в центрі міста та були недостатні для розміщення усіх запланованих досліджень. Тому рішенням Харківського міськвиконкому № 311 від 24 травня 1960 р. для будівництва інституту була відведена земельна ділянка площею 6,6 га на Павловому Полі по проспекту Леніна в мікрорайоні № 4. Проектування інституту було доручено Харківському міськбудпроекту, але потім роботу було передано Харківській філії «Діпромісто». Вартість проектування інституту складала 614 тис. крб. Проект на будівлю був виконаний у дуже короткий термін – три місяці [268, арк. 1–5]. Будівництво корпусів інституту рухалося швидкими темпами, для нього переважно застосовувалася праця засуджених. Для прискорення ефективності будівництва до важкої праці навіть були залучені вчені та інженери ФТІНТ, які працювали на рівні із засудженими [266, арк. 45; 167, арк. 66–67].

Швидко почали вирішуватися й кадрові питання. З моменту створення інституту для повноцінної роботи кадровий склад передбачався зі 137 осіб за держбюджетом і 34 – за госпрозрахунком [268, арк. 1–5]. Науковий склад нового інституту був сформований із співробітників, які раніше працювали в УФТІ: д-р. фіз.-мат. наук Б. І. Веркін, канд. фіз.-мат. наук І. М. Дмитренко, П. О. Безуглий, з інституту радіофізики й радіоелектроніки АН України – д-р. фіз.-мат. наук О. О. Галкін, науковий співробітник В. П. Набережний, з Харківського державного університету – наукові співробітники Ю. П. Благой, В. Г. Манжелій, Н. Н. Багров. Науковці мали досвід роботи в галузі фізики низьких температур, також разом із ними в лабораторію прийшло багато здібної молоді [266, арк. 20–23].

З Київського інституту математики АН України на посаду завідувача відділом геометрії був запрошений член-кореспондент АН СРСР О. В. Погорєлов. Н. І. Ахієзер і О. В. Погорєлов звернулися у відділ науки ЦК КПУ і Президії АН України з листом про створення в складі інституту декількох відділів математики, що здатні були об'єднати математиків Харкова, з метою збереження інтелектуального потенціалу та запобіганню переїзду науковців до Києва та Москви. Усі ці заходи передбачали в майбутньому створення на базі цих відділів Інституту математики АН УРСР у Харкові. Спочатку було організовано три математичні відділи. За сумісництвом без оплати завідувачами відділів математичної фізики й теорії функцій були призначені В. О. Марченко (Додаток Е. 2) та Н. І. Ахієзер, геометрії – О. В. Погорєлов (Додаток Е. 1). За конкурсом на роботу пройшли два співробітники Харківського державного університету – В. С. Скоробогатов та В. Ф. Удовенко. У 1962 р. було організовано відділ прикладної математики під керівництвом професора Харківського авіаційного інституту А. Д. Мишкіса, у наступному році – відділ функціонального аналізу та обчислювальної математики (керівник І. М. Глазман). У 1969 р. відділ теорії функцій очолив Б. Я. Левін [89; 268, арк. 6, 20–23].

У 80-х рр. ХХ ст. для отримання нового статусу було прийнято рішення про офіційне оформлення у ФТІНТ математичного відділення. Цьому рішенню передувала Постанова Центрального Комітету Комуністичної партії Радянського Союзу (ЦК КПРС) та Ради Міністрів СРСР «Про посилення науково-дослідної роботи з математики та її додатки», яка була офіційно прийнята 13 вересня 1986 р. У цьому ж році до Президії АН України надіслано проект створення Математичного відділення у ФТІНТ на базі існуючих математичних відділів інституту, розроблений Б. І. Веркіним. Вже 5 жовтня 1986 р. Президія АН України приймає рішення «Про організацію математичного відділу ФТІНТ». Керівником відділу призначено д-ра фіз.-мат. наук Л. А. Пастура. До складу математичного відділу увійшли математичні відділення, які були раніше сформовані в інституті та ефективно працювали, а саме: відділення геометрії, завідувачим якого був О. В. Погорелов, відділення теорії функцій – Б. Я. Левін, відділення математичного моделювання фізичних процесів, яке було організовано на базі відділення прикладної математики, – А. Д. Мишкіс. Також до Математичного відділу ФТІНТ була приєднана лабораторія математичного моделювання, завідувачим було обрано Е. Я. Хрусова (Додаток Е. 6) та організовано новий відділ статистичних методів математичної фізики на чолі з Л. А. Пастуром (Додаток Е. 5) [89, с. 197–198].

Поряд із цим учені інституту розпочали міцне й плідне співробітництво з Сумським машинобудівним заводом. Перед підприємством було поставлено важливе завдання з освоєння нових унікальних приладів. На той час на заводі випускали малу номенклатуру приладів, але процес випуску цих приладів був пов'язаний із науковими організаціями, що знаходились у Москві та Ленінграді. Територіальна роз'єднаність заводу та головних наукових установ ускладнювала оперативне вирішення багатьох принципових питань і швидке освоєння найважливішої апаратури. Тематика ФТІНТ передбачала роботу з сучасних наукових проблем, наукові розробки становили інтерес для заводу. Як

результат співпраці інституту і заводу – створення можливості освоєння виробництва найбільш перспективних розробок інституту [268, арк. 25–26].

Вже у листопаді 1960 р. наукові співробітники та працівники конструкторського бюро інституту розпочали роботу з підготовки технічної документації, необхідної для передачі у виробництво апаратури, заснованої на застосуванні методу спінового відлуння [266, арк. 33]. Президія АН України поставила перед керівництвом ФТІНТ завдання організації, а в майбутньому допомоги заводу в галузі електронної оптики [267, арк. 13].

Науковцями інституту О. О. Галкіним та І. В. Матяшем уже до кінця першого року функціонування інституту для малосерійного виготовлення Сумським заводом електронних мікроскопів та автоматики було розроблено технічні умови й принципову схему установки з використання методу спінового відлуння. Зазначена установка дозволяла вимірювати час релаксації від 10^{-4} секунд до декількох секунд, а також досліджувати температурні залежності коефіцієнтів самодифузії та дифузії молекул речовин, що знаходяться в різних агрегатних станах.

Окрім цього, О. О. Галкіним разом з В. П. Набережним були розроблені технічні характеристики та принципова схема широкодіапазонного (6–8 мм) радіоспектрометра високої чутливості. Документація була передана в лабораторію фізичного приладобудування ФТІНТ для детальної розробки у вигляді установки, яка передбачалася для серійного випуску [168, арк. 99; 267, арк. 13–14].

З метою покращення співпраці стало необхідним створення на базі заводу окремої лабораторії, тематичний план якої був би тісно пов'язаний як з науковими інтересами інституту, так і з перспективними виробничими планами заводу. У зв'язку з цим було прийнято рішення надати відповідні приміщення для лабораторії на території заводу. Передбачалося включити в план конструкторського бюро експериментального цеху спільні розробки. На першому етапі роботи цієї лабораторії вирішувалися завдання, що були пов'язані з упровадженням у виробництво установок ядерного магнітного

резонансу (ЯРМ), електронного резонансу й низькотемпературної електроніки [266, арк. 25–26]. У результаті проведеного обговорення з 1 січня 1961 р. прийнято рішення про створення в Сумах лабораторії фізичного приладобудування ФТІНТ [267, арк. 13; 249, арк. 15–17].

У другій половині ХХ ст. однією з актуальних проблем у науковому світі була проблема вивчення космічного простору. Вчені двох супердержав, США і СРСР, активно розпочали дослідження механічних властивостей матеріалів при дії криогенних температур та в вакуумі. ФТІНТ був єдиним спеціалізованим науково-дослідним інститутом у СРСР, що займався дослідженнями в галузі фізики низьких і наднизьких температур. Для створення конструкторських розробок в області криогенної та вакуумної техніки в інституті були розпочаті дослідження атомної міцності деяких матеріалів при низьких температурах. Для потреб сільського господарства – створення ефективних систем азотного охолодження харчових продуктів при транспортуванні та багато інших розробок. Для потреб криогенного машинобудування, що використовує явище надпровідності, для ефективних досліджень та практичного виготовлення композитних надпровідників у 1963 р. за підтримкою Ради Міністрів СРСР при інституті було створено Дослідно-конструкторське бюро (ДКБ), що повинно було втілювати розробки вчених інституту у реальні дослідні зразки. Вже у цьому ж році було введено в експлуатацію корпус експериментально-виробничих майстерень, у якому змонтована значна кількість устаткування майстерень, тимчасово розміщені деякі лабораторії та ДКБ інституту [24, с. 76–100; 214, арк. 33–34; 251, арк. 10–11]. Для прискореного введення ДКБ в експлуатацію з травня 1966 р. на будівництві щодня працювало 40 осіб із співробітників інституту, крім того, роботи велись і в порядку суботників [253, арк. 78–79]. Уже наприкінці 60-х рр. ХХ ст. ДКБ було повністю введено в експлуатацію. У 1988 р. цей напрямок роботи офіційно був оформлений у Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро (СКТБ) з криогенної техніки [314, с. 10].

Актуальним питанням на той момент було дослідження й освоєння космічного простору, конструювання ракет, ракетопланів, крилатих ракет, керованих снарядів та іншої космічної техніки, а також механізмів та приладів для них. Ці завдання були пов'язані з тим, що космічні літальні пристрої та матеріали, з яких вони виготовлені, повинні працювати в середовищі, що радикально відрізняється від земного за своїми фізичними характеристиками. Значна частина наявної на той момент інформації містила відомості тільки про поведінку матеріалів у земних умовах. Слід зазначити, що дані про поведінку матеріалів у космічному просторі не могли бути отримані шляхом екстраполяції наявних даних про поведінку матеріалів в умовах земної атмосфери. З іншого боку, висока вартість підготовки та запуску ракет, а також складність проведення дистанційних експериментів робили необхідним вивчення поведінки матеріалів в умовах, що імітують космічний простір. Отже, необхідно було імітувати космічний простір у лабораторних умовах [311, с. 14–15].

Космічний простір характеризується різноманіттям фізичних умов. До їх числа відносяться високий вакуум, магнітні поля, гравітаційні поля, мікрометеори, космічні промені, електромагнітна радіація, нейтрони, електрони, протони і т.п. Імітація оточення для космічних кораблів включає передпускові умови, природні та наведені умови. Так природні умови – це умови, які існують незалежно від присутності космічного корабля, в той час як наведені умови існують тільки при наявності корабля.

Імітація передпускових умов на той час проводилася досить рідко. Зазвичай вона обмежувалася тими випадками, у яких потрібно було визначити деякі неконтрольовані коефіцієнти конструкції.

Неправильне розмежування природних та наведених умов досліджень призводить до численних безрезультатних випробувань. В окремих випадках необхідно копіювати природне оточення, однак у більшості випадків імітація наведених умов настільки ж ефективна при меншій вартості. В основному випробування впливу оточення на космічні кораблі можна поділити на імітацію

атмосферних умов, які пов'язані з фазами зльоту й повернення і вимагають аеродинамічних пристроїв, та імітацію властивостей космічного оточення, пов'язаних із фазою польоту, що вимагають високовакуумних камер, джерел радіації тощо. Космічне оточення найбільше діє на теплові характеристики космічного корабля. Причиною цього, звичайно, є те, що тепловий контроль космічних кораблів залежить від поглинання сонячного світла і випромінювання матеріалів теплового захисту. Внаслідок їх певного положення на поверхні ракети й оптичної природи ці матеріали особливо уразливі відносно порушень, викликаних оточенням [315, с. 10–12].

Слід зазначити, що у СКТБ за керівництва Б. І. Веркіна та групи вчених І. О. Кулика, Н. Н. Багрова, А. А. Гусякова, А. М. Кислова були сформульовані та розроблені основи моделювання космічного простору. Завдяки цьому у ФТІНТ були сконструйовані камери з надвисоким вакуумом об'ємом від 0,2 до 14000 м³, що дозволяло створювати імітацію космічного простору (Додаток Є. 14), а також спільно з Інститутом біофізики МОЗ були створені кліматичні камери, що працювали в автономній кріогенній системі життєзабезпечення в умовах космічного простору (Додаток Є. 15, Є. 16) [301; 310; 279–280; 347; 351; 353]. Вчені ФТІНТ під керівництвом Б. І. Веркіна активно займалися дослідженнями з імітації фізичних умов Місяця й Марса. За цикл робіт, присвячених дуже важливій тематиці досліджень, Б. І. Веркіна було нагороджено Державною премією України [89, с. 12; 132, с. 168; 286; 287].

Одним із перших підрозділів інституту, в якому виконувалися експериментальні роботи, стає відділ надпровідних і мезоскопічних структур. Завідувачем було обрано академіка АН України, професора І. М. Дмитренка. Тематика відділу сформувалася на основі дослідження макроскопічних квантових явищ у надпровідниках, вивчення слабкої надпровідності, дослідження поведінки надпровідних теплових та квантових приймачів випромінювання, постійного струму та ін. Основні напрямки досліджень включали в себе експериментальні та теоретичні розробки в області слабкої надпровідності й мезоскопічної фізики [267, арк. 2].

Вчений уже був досвідченим спеціалістом у цій галузі. Так, наприклад, І. М. Дмитренко після закінчення Харківського політехнічного інституту в 1952 р. продовжує навчання в аспірантурі при УФТІ; одночасно він брав активну участь у науково-дослідній роботі у відділі фізики низьких температур. Далі, після закінчення аспірантури, у 1958 р. він захистив кандидатську дисертацію, яка була присвячена дослідженню ефекту де Гааза-ван Альфена [102, с. 64]. Науковець став відомим ще у 60-х рр. ХХ ст. завдяки блискавичному експерименту з безпосереднього вимірювання випромінювання з надпровідного тунельного контакту, що підтвердило відоме теоретичне пророкування Брайана Девіда Джоєфсона. З ім'ям ученого пов'язані піонерські дослідження структури тонких плівок у резистивному стані, квантової інтерференції, вивчення квантування магнітного потоку у надпровідниках та нормальних металах [93, с. 62–64; 136, с. 44].

Кінець 50-х – початок 60-х рр. ХХ ст. характеризується зростанням інтересу до вивчення космосу та поряд із цим стрімким розвитком космічної техніки, яка працює у діапазоні криогенних температур. Розвиток криогенної техніки зумовив інтерес до дослідження властивостей твердих тіл при низьких температурах і створення високоміцних матеріалів для низькотемпературних застосувань. Пластичність і міцність матеріалів при низьких температурах істотно визначаються заглушенням термічноактивованих механізмів генерації та руху дислокацій і мають ряд особливостей. До них насамперед належать втрата міцності металів і сплавів при гелієвих температурах, тобто зменшення межі текучості кристала та збільшення його пластичності при зниженні температури. Тому керівництвом інституту в 1961 р. було прийнято рішення про організацію відділу фізики реальних кристалів. Новоутворений відділ призначено очолювати Валеріану Івановичу Старцеву (Додаток Е. 7). До того часу вчений уже мав досвід роботи в галузі вивчення механізмів пластичної деформації кристалів. Науковець був учнем академіка І. В. Обреїмова. Вчений проводив експериментальні дослідження з механічних випробувань твердих тіл у галузі фізики низьких температур в УФТІ.

У відділі проводились експериментальні й теоретичні роботи, де розглядалися питання фізики пластичності кристалів при гелієвих і азотних температурах: динаміка розмноження рухомих дислокацій і можливі ефекти тунелювання, динаміка розмноження рухомих дислокацій і дислокаційна структура, особливості пластичної течії й деформаційного зміцнення при низьких температурах, вплив надпровідного переходу на пластичність металів та ін. Також за тематикою досліджень створеного відділу експериментально вивчалось внутрішнє тертя, пластичність та руйнування широкого класу твердих тіл в області низьких і наднизьких температур, теоретичне вивчення різноманітних дислокаційних явищ та ефектів при низьких і наднизьких температурах [291; 292; 293; 294; 296; 297; 302; 313; 308, арк. 1]. Із-за того, що експериментальні дослідження квантових рідин і кристалів вимагають створення й підтримки наднизького холоду, у ФТІНТ були створені рефрижератори, що працюють на основі розчинення гелію-3 і гелію-4. Рефрижератори мають високу холодопродуктивність і можливість підтримки низької температури тривалий час. У даний час у ФТІНТ працює унікальний кріогенний комплекс, який у 2001 р. постановою Кабінету Міністрів України отримав статус Національного надбання України (№ 1709 від 19.12.2001 р.) [91, с. 222].

Розвиток космічної техніки стимулював початок досліджень кріокристалів у ФТІНТ. У 1962 р. був створений відділ теплових властивостей молекулярних кристалів, який очолив Вадим Григорович Манжелій (Додаток Е. 4). Він із відзнакою закінчив фізико-математичний факультет ХДУ, де його тоді помітив Б. І. Веркін, у 1961 р. успішно захистив кандидатську дисертацію та вже у 1970 р. під керівництвом Б. І. Веркіна захистив докторську дисертацію з дослідження теплових властивостей отверділих газів. Основними напрямками науково-дослідної діяльності відділу стали вивчення властивостей квантових молекулярних кристалів, класичних кріокристалів та їх розчинів, дослідження фреонів метанового й етанового рядів, простих вуглеводнів, спиртів, газогідратів, нанотрубок та інших наноматеріалів (чистих і

допійованих) [108, с. 4; 100, с. 69–70]. З 2007 р. відділ очолює В. О. Константинов.

Початок використання лазерних пристроїв сприяв утворенню нового напрямку дослідження оптичних та магнітних властивостей твердих тіл. У 1963 р. для розвитку досліджень нового напрямку у ФТІНТ було організовано відділ низькотемпературного магнетизму. Ініціатором організації та керівником відділу був Віктор Валентинович Єременко (Додаток Е. 3), випускник фізико-математичного факультету ХДУ, напрям – фізика низьких температур. Після закінчення університету В. В. Єременко навчався в аспірантурі Київського Інституту фізики АН України, в 1966 р. захистив докторську дисертацію. Діапазон роботи відділу, який очолив В. В. Єременко, був досить широкий: фізика надпровідності, спектроскопія молекулярних кристалів та багато інших важливих напрямів [107, с. 81–83]. До 1986 р. відділом керував В. В. Єременко, зараз відділом керує М. Ф. Харченко.

ФТІНТ зберігав традиції кріогенної лабораторії УФТІ, які були раніше сформовані Л. В. Шубніковим. Тому для продовження досліджень рідин і кріокристалів в області гелієвих температур у 1964 р. в інституті було засновано спеціальний відділ. Ініціатором був д-р фіз.-мат. наук Борис Наумович Єсельсон. Основними напрямками роботи відділу були експериментальні дослідження в галузі фізики наднизьких температур рідких та твердих ізотопів гелію-3 та -4, низькотемпературні електронні системи рідкого гелію, наноструктури, які утворюються в конденсованому гелії та інше [91, с. 146–147]. Під керівництвом Б. Н. Єсельсона за підтримки колективу вчених відділу та інституту було надруковано ряд довідників, що користуються попитом і досі. Наприклад, довідники «Свойства жидкого и твердого гелия» [302; 313]. З 1980 р. керівниками відділу були В. М. Григор'єв, В. О. Міхєєв, 1994 р. – Е. Я. Рудавський, 2011 р. – С. С. Соколов. Зараз відділ квантових рідин та кристалів є єдиним в Україні спеціалізованим підрозділом, де здійснюються експериментальні дослідження властивостей рідкого та твердого гелію при впливі низьких і наднизьких температур.

З початку організації інституту було відкрито лабораторію, яка з середини 60-х рр. XX ст. перетворена у відділ, що займався вивченням спектроскопії. До 1999 р. відділ очолювала І. Я. Фуголь. Вона мала досвід у цій галузі ще з часів роботи в УФТІ. З самого початку сформувалося два напрями з досліджуваної теми. Перший – спектроскопія кріокристалів – вивчення властивостей інертних газів, таких, як аргон, криптон, ксенон та інші, та експерименти з молекулярними газами – азотом, киснем та іншими. Другий – спектроскопія кріогенної гелієвої плазми. У 80-х рр. XX ст. тематика відділу була розширена, почали проводитися дослідження з високотемпературної надпровідності надпровідних металів. У 2000-х рр. відділ очолив В. М. Самаров, під його керівництвом почали розвиватися спектроскопічні та структурні дослідження вільних кластерів молекулярних та інертних газів. З 2014 р. до кола наукових робіт відділу ввійшли актуальні дослідження наноструктурних матеріалів за використанням методу мікроконтактної спектроскопії.

У зв'язку з розширенням використання у промисловості нових металів і сплавів виникла потреба детального вивчення їх властивостей. Тому в 1966 р. за активної участі Б. І. Веркіна було організовано відділ із вивчення магнітних та пружних властивостей твердих тіл. Новостворений відділ очолив І. В. Свічкарьов. Учений мав досвід роботи з дослідження ефекту де Гааза-ван Альфена (ДГВА), працюючи в колективі під керівництвом Б. І. Веркіна в УФТІ. Відділ займався актуальними дослідженнями з вивчення магнітних властивостей сплавів під дією тисків та деформацій, а також вивченням магнітних властивостей, які проявляються при фазових переходах, та ін. [89, с. 268–269, 316]. З 2008 р. відділ очолив Г. Е. Гречнев.

З 60-х рр. XX ст. одними з перспективних напрямків у науці були молекулярна біологія та біофізика. Відчуваючи актуальність цих досліджень та вирішення багатьох проблем завдяки використанню низькотемпературних методів, Б. І. Веркін у 1968 р. започаткував відділ молекулярної біофізики. Очолив відділ Юрій Павлович Благий. Основними об'єктами досліджень

ученими були обрані дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) та рибонуклеїнова кислота (РНК), також вивчалася шкідлива дія заморожування та тривалого зберігання при криогенних температурах макромолекул ДНК. Після Чорнобильської аварії у 1986 р. вченими-науковцями проводилося вивчення шкідливої дії іонізуючих випромінювань на макромолекулу ДНК тварин [89, с. 90]. У 2000 р. відділ очолив В. О. Караченцев, під його керівництвом почав розвиватися новий актуальний напрямок досліджень – нанотехнології – створення та дослідження біонаногібридів на базі вуглицевих нанотрубок і фулеритів.

У 1970 р. з відділу № 30 (теоретична фізика) на базі виділення декількох груп було сформовано нові відділи. Так для теоретичних досліджень явищ у слабо пов'язаних структурах, які відбуваються при тунельних переходах та у точкових металевих контактах, було засновано відділ тунельної спектроскопії надпровідників. Очолити відділ було призначено І. К. Янсона. Науковець був досвідченим професіоналом у даній галузі. У 1964 р. ним уперше було встановлено електромагнітне випромінювання, що виникає в надпровідних тунельних переходах. Це стало підтвердженням існування нестационарного ефекту Джозефсона [224, арк. 117; 195, арк. 15–20].

Також необхідно зазначити, що у 1974 р. І. К. Янсоном, спільно зі співробітниками, було відкрито метод мікроконтактної спектроскопії. Цей метод став новим інструментом для вивчення взаємодії електронів провідності з різного типу квазічастинками збуджень у металевих системах. Експериментальні та теоретичні розробки І. К. Янсона, І. О. Кулика, А. Н. Омелянчука, Р. І. Шіхтера у цій області стали основою зареєстрованого Держкомітетом СРСР 30 грудня 1986 р. відкриття. У 1987 р. за відкриття й розробку методу мікроконтактної спектроскопії І. К. Янсон був нагороджений престижною премією «Hewlett-Packard» Європейського фізичного товариства. Зараз метод мікроконтактної спектроскопії широко застосовується у провідних світових лабораторіях для дослідження взаємодії електронів провідності з

різними типами квазічастинок збуджень у металах і сплавах [189, арк. 2; 190, арк. 2–6; 191, арк. 1–7; 193, арк. 2; 194, арк. 1–6; 340].

Для всебічного дослідження властивостей нормальних металів при дії низьких температур було створено відділ електронних кінетичних властивостей металів. Керівником відділу було призначено Ю. Ф. Комніка. Основним напрямком роботи відділу стало теоретичне та експериментальне дослідження металів та напівметалів, які містяться в таблиці Д. І. Менделєєва [92, с. 5]. У 2002 р. з приходом на посаду керівника відділу Ю. О. Колесніченка розпочинаються дослідження нових провідних систем – двумірного електронного газу, багатокомпонентних та шарових з'єднань, систем із мікроконтактами.

Практичне використання кріокристалів у розвитку космічної та кріогенної техніки наприкінці 50-х рр. XX ст. стимулювало створення лабораторії з вивчення властивостей твердих тіл. Об'єктами дослідження були затверділі гази та їх розчини. Керівництвом ФТІНТ для більш ефективної роботи у цьому напрямку було прийнято рішення об'єднати цю лабораторію з рентгенівською лабораторією відділу біофізики. Так у 1990 р. було відкрито відділ, метою якого були структурні дослідження твердих тіл, дослідження структури та динаміки ґраток речовин [91, с. 174, 176].

Наприкінці 90-х рр. XX ст. - до початку XXI ст. багато провідних наукових кадрів іммігрували за кордон. Зараз багато дослідників з ФТІНТ працюють у науково-дослідних центрах Ізраїлю, США та Канади. Тому для продовження ефективної наукової роботи у 1994 р. завдяки об'єднанню груп відділу низькотемпературного магнетизму та спектроскопії було організовано новий відділ – відділ магнетизму - під керівництвом С. Л. Гнатченко. У відділі продовжились дослідження з вивчення магнітних, високочастотних та резонансних явищ магнетиків; структурних фазових переходів у магнітних діелектриках; оптична, міліметрова та інфрачервона спектроскопія магнітоупорядкованих кристалів та ін. У 2004 р. вчені були нагороджені

Державною премією України в галузі науки й техніки за цикл робіт із вивчення оптичних та магнітооптичних явищ в антиферромагнетиках.

Таким чином, ФТІНТ було організовано для проведення перспективних наукових досліджень у галузі низькотемпературної фізики та вирішення практичних завдань, запровадження результатів досліджень у різні галузі народногосподарського комплексу країни. Новостворені наукові відділи інституту охоплювали усі найактуальніші напрямки досліджень у галузі кріогенної фізики. Організаторами та керівниками відділів були науковці, які вже мали достатній величезний досвід та були визнаними вченими, кожен у своєму очолюваному напрямку досліджень. Організатор та перший директор ФТІНТ Б. І. Веркін сприяв створенню наукових відділів, що займалися дослідженням та вирішенням актуальних проблем у галузі фізики низьких температур та математики.

2.4. Напрями науково-дослідної діяльності вчених інституту

Вивчення наукової та дослідницької діяльності вчених ФТІНТ становить певні труднощі, оскільки установа носила гриф таємності. Досі не всі документи, за якими можна в повній мірі вивчити та проаналізувати науково-дослідну діяльність учених інституту, знаходяться у відкритому доступі. Тому завдання зведено до того, щоб дослідити та розкрити процеси формування та діяльності провідних науковців, наукових колективів ФТІНТ. Особливістю діяльності вчених інституту було одержання нових знань у галузі фізики низьких температур та отримання важливих результатів, які у значній мірі впроваджувалися у різні галузі виробництва.

Перші ознаки існування наукових шкіл у ФТІНТ були закладені ще з початку організації цього науково-дослідного центру, коли почав складатися науковий колектив інституту, завдання якого полягало в проведенні досліджень у галузі фізики низьких температур.

З самих перших днів прийняття рішення про організацію інституту та визначення найважливіших досліджень, які повинен був виконувати колектив учених у найактуальнішій на той час області – дослідженні космосу. Академія наук не шкодувала коштів на закупівлю обладнання та фінансування проектів ФТІНТ. Тому матеріально-технічна база інституту дозволяла вченим здійснювати науково-дослідну діяльність на високому рівні. Лабораторії інституту були обладнані приладами, апаратами, електронними обчислювальними цифровими машинами (ЕОЦМ) високого рівня. Інститут мав бібліотеку, в якій було зібрано найновітнішу науково-технічну літературу провідних центрів СРСР і провідних країн світу в галузі фізики низьких температур. Також завдяки дружнім науковим контактам із провідними європейськими країнами до ФТІНТ передавалися дослідні зразки для проведення необхідних експериментів [59, с. 8–10; 89, с. 317].

Наукова школа Б. І. Веркіна у галузі кріогенної фізики. Головним ідейним та науковим лідером ФТІНТ був його засновник та перший директор Б. І. Веркін. Народився вчений 8 серпня 1919 р. у Харкові. Він був людиною з широким світоглядом, так зі шкільних років захоплювався музикою та фізикою. Згодом учений знайшов себе у фізичній науці, але його любов до музики та мистецтва залишилась. Б. І. Веркін вступив до фізико-математичного факультету ХДУ та з відзнакою закінчив його у 1940 р. Після закінчення університету він вступив до аспірантури вже відомого у наукових колах УФТІ, де проводив наукові дослідження в кріогенній лабораторії. У роки Другої світової війни вченого було відправлено на фронт. Після війни Б. І. Веркін повернувся до наукової роботи в УФТІ, працюючи молодшим науковим співробітником, а потім старшим. Одночасно він поєднував науково-дослідну роботу з викладацькою в ХДУ, а пізніше в ХПІ [37, с. 156; 38, с. 56; 40, с. 38; 59, с. 443–445; 44, с. 15; 125, с. 232; 170, арк. 2].

У кріогенній лабораторії УФТІ Борисом Веркіним продовжені дослідження, раніше закладені Львом Шубніковим. Значний обсяг робіт, виконаних ученим разом із його учнями, був присвячений дослідженню

ефекту ДГВА, що вивчає низькотемпературні осциляції сприйнятливості металів залежно від напруженості магнітного поля. За цикл цих досліджень вчений отримав популярність у наукових колах, результати його досліджень сформували основу багатьох підручників та монографій із вивчення електронних та магнітних властивостей металів, де результати, отримані вченим, приймалися за класичні ілюстрації самого ефекту ДГВА. Ці роботи мали вагоме значення для подальшого розвитку фізики металів. Ефект ДГВА використовується для розробки методів очищення металів від домішок та для отримання металів із великою чистотою [104, с. 45; 112, с. 102; 177, арк. 7–13].

Також Б. І. Веркін разом зі своїм учнем І. В. Свічкарьовим та іншими провів дослідження з вивчення магнітної сприйнятливості металів. Було виявлено ефекти, що свідчать про важливу роль міжзонних внесків в орбітальний магнетизм металів і сплавів, що сприяло виникненню нової теорії орбітальної сприйнятливості майже вироджених зон. Завдяки цьому стало можливим відновлювати цілі фрагменти спектра твердих металів при високих температурах з високою точністю. Ці дослідження стали основою кандидатської (1950 р.), а згодом і докторської дисертацій (1957 р.) [43, с. 953–954; 42, с. 106; 104, с. 45–46].

Науковець бачив потенціал студентів та молодих учених. Протягом роботи в УФТІ, викладацької діяльності в ХГУ та багаторічної роботи у ФТІНТ на посаді директора зусиллями Б. І. Веркіна була створена наукова школа фізиків-кріогенщиків, яка зберігала наукові традиції, що були покладені Львом Шубніковим. До складу наукової школи Б. І. Веркіна входило багато відомих учених: академіки АН України В. В. Єременко, І. М. Дмитренко, член-кореспонденти АН України І. О. Кулік, В. Г. Манжелій, І. К. Янсон, професори І. В. Свічкарьов, І. Я. Фуголь, Ю. П. Благий, Ю. А. Кириченко та багато інших. У науковій школі в галузі кріогенної фізики здійснювалися дослідження у широкому спектрі фундаментальних і науково-прикладних напрямків, як: електронні

властивості нормальних металів, фундаментальна прикладна надпровідність, високотемпературна надпровідність, процеси переносу в матеріалах і системах, структура й механічні властивості матеріалів при низьких температурах, властивості кріогенних кристалів і рідин, молекулярна біофізика, фізика і техніка наднизьких температур [39; 41, с. 125–126; 42, с. 105–106; 114, с. 197; 176, арк. 9].

Але після детального вивчення та аналізу історіографічної та джерельної бази дисертаційного дослідження автором було розширено та доповнено деякі аспекти науково-дослідної роботи, що проводилася у ФТІНТ протягом досліджуваного періоду. Так, наприклад, при вивченні одного з основних напрямків фізичного відділу ФТІНТ було дослідження електронних властивостей нормальних металів. Основним напрямком фізики металів є вивчення властивостей елементарних збудників – квазічастинок. Науковцями відділу досліджувалася можливість отримання даних щодо енергетичного спектра металів. Передбачалося, якщо будуть отримані дані про залежність граничної енергії електрона від імпульсу та швидкості його на поверхні Фермі, то ці відомості можуть бути покладені в основу побудови повної теорії металів і напівпровідників.

Вже в 1961 р. під керівництвом Б. І. Веркіна було завершено комплексне дослідження температурної залежності магнітної сприйнятливості індію та його сплавів. У цих роботах ученими було доведено, що домішки мають однакову валентність та індій не змінює електронну концентрацію материнського металу, а змінює тільки параметри кристалічної ґратки. Ці дослідження дозволили зробити важливий висновок, що індій має енергетичну структуру ґратки [249, арк. 3].

Одночасно групою вчених на чолі з О. О. Галкіним було проведено комплексне дослідження парамагнітного, циклотронного і магнітоакустичного резонансів на одному металевому зразку. У результаті вивчення магнітоакустичного та циклотронного резонансів колективу науковців, зокрема, П. А. Безуглому, В. П. Набережному, А. І. Пушкіну,

А. І. Хоменку вдалося встановити наявність трьох груп ефективних мас і граничних імпульсів. Спільний аналіз експериментальних даних надав можливість визначити граничну швидкість електронів на поверхні Фермі, довжину вільного пробігу електронів і час спінової релаксації [249, арк. 3].

На початку 60-х рр. ХХ ст. Б. І. Веркін почав розвивати експериментальні дослідження з лабораторної імітації умов космічного простору. На чолі з Веркіним, групою вчених: М. М. Багровим, О. О. Гусяковим, О. Н. Кисловим та іншими – були сформульовані фізичні основи лабораторного моделювання умов космічного простору та спроектовані високовакуумні камери, що імітують космічне оточення та випромінювання [342]. На базі цих камер Б. І. Веркіним, В. І. Старцевим, І. М. Любарським, В. В. Пустоваловим, В. Я. Іллічовим в інституті були проведені комплексні дослідження конструкційних матеріалів при впливі низьких температур та космічних умов. Науковцями були сконструйовані спеціальні установки для випробовувань матеріалів на міцнісні, втомні та зносні параметри [307]. У 1973 р. за дослідження та розробки науковців ФТІНТ на чолі з Б. І. Веркіним була присуджена Державна премія УРСР.

Паралельно з експериментальним дослідженням з імітації космічного простору у ФТІНТ почала розвиватися нова галузь – кріогенна медицина. Дослідження проводились у двох напрямках: розробка інструментів для кріохірургії та низькотемпературна консервація клітин крові, тканин, кісткового мозку, їх тривале зберігання та відігрів [295; 308; 312; 350, с. 25–29]. У 1978 р. цикл розробок у галузі кріомедицини було відзначено Державною премією СРСР.

Наприкінці 1964 р., як результат експериментальних досліджень квантових когерентних та високочастотних нелінійних явищ у надпровідниках, вперше групою вчених: І. М. Дмитренком, І. К. Янсоном та В. І. Свистуновим – було виявлено генерацію електромагнітного випромінювання у нестационарному ефекті Джозефсона [340].

Протягом 1965 р. Б. І. Веркіним, І. В. Свічкарьовим, Л. Б. Кузьмічовою проводились дослідження, присвячені вивченню природи температурних осциляцій магнітної сприйнятливості монокристалів цинку. Вченими було підтверджено припущення, що низькотемпературний пік магнітної сприйнятливості цинку пов'язаний із залежністю від величини поля. Продемонстровано, що даний ефект виникає зі зміною електронного спектра внаслідок термічної деформації ґратки. Як результат, зроблено висновок, що магнетизм всіх багатовалентних металів визначається, в основному, внеском міжзонних взаємодій електронів, а не впливом ефекту Ландау-Пайерлса, як вважалося раніше. Науковцями було наведено інтерпретацію всіх видів температурної залежності сприйнятливості неперехідних металів, що пов'язує характер температурної залежності з особливостями електронної структури металу [216, арк. 4].

У 1972 р. в результаті проведених досліджень у ФТІНТ уперше була виявлена значна анізотропія поздовжнього магнітоопору алюмінію, насичення магніторезистивного ефекту в малих полях і зміна асимптотики при введенні дефектів (дислокацій) або фононів. Вченими Ю. Н. Цзяном та О. Г. Шевченком спостерігалися ефекти, що були пояснені внеском дифузійного розсіювання та стоком електронів в області різкої зміни напрямку швидкості [254, арк. 29].

У зв'язку з розвитком кріогенної та космічної техніки, а також різних напрямків низькотемпературної електроніки і надпровідникового електромашинобудування, особливої актуальності набула проблема розробки та вивчення конструкторських матеріалів, здатних надійно функціонувати при низькотемпературному термоциклуванні, у досить високому вакуумі, придатних для конструювання засобів транспортування та зберігання зріджених та й отверділих газів і для створення приладів і установок, що зберігають функціональні якості в екстремальних умовах [115, с. 320].

У ФТІНТ для досліджень у цьому напрямку було організовано відділ фізики реальних кристалів, який очолив В. І. Старцев. Дослідження колективу

цього відділу були спрямовані на вирішення низки актуальних прикладних завдань, зокрема, на комплексне дослідження механічних властивостей газу й отверділих газів. Науково-дослідні та прикладні результати вчених знайшли своє відображення у численних монографіях. Найбільш вагомі з них: монографія В. В. Пустовалова «Методы пластичности и прочности твердых тел при низких температурах», І. В. Крагельського, О. В. Чічинкадзе та ін. «Исследования структуры фрикционных материалов при трении», І. В. Крагельського, І. М. Любарського та ін. «Трение и износ в вакууме», В. І. Старцева, В. В. Пустовалова та ін. «Пластичность и прочность металлов и сплавов при низких температурах» [90, с. 5–30; 245–248].

Після п'ятирічних експериментів у 2001 р. В. В. Абраїмовим, Е. Т. Верховцовою, В. В. Єременко, Л. К. Колибаєвим, В. І. Яременко у ФТІНТ був створений комплексний імітатор, який призначений для дослідження властивостей матеріалів і покриттів при впливі основних факторів космічного простору. Імітатор дозволяє проводити в прискореному режимі дослідження і випробування поведінки різних матеріалів в умовах, відповідних багаторічному перебуванню їх у відкритому космосі. Модифікатор використовується в інтересах Національного космічного агентства України, його модифіковані варіанти працюють в інституті німецького аерокосмічного агентства і в Хабінському політехнічному інституті в Китаї [91, с. 283].

У 2000 р. групою вчених ФТІНТ (Г. Д. Грамуля, Е. Л. Островська, Т. П. Юхно) розпочались спільні роботи з дослідження матеріалів і процесів в умовах впливу факторів космічного простору на борту Міжнародної космічної станції. У програму космічних експериментів включені «Пента-Втома» і «Матеріал-Тертя» спрямовані на дослідження впливу відкритого космосу на характеристики втомного руйнування матеріалів [91, с. 295–296].

У 2004 р. в результаті аналізу і узагальнення багаторічних експериментальних досліджень і розрахунків деформаційного зміцнення та руйнування металевих матеріалів вченими була запропонована класифікація матеріалів з урахуванням особливостей їх пластичної деформації, зміцнення та

руйнування: монофазні з «жорсткими» і «м'якими» деформаційного зміцнення; поліфазний структурно-нестабільні і гетерофазні матеріали. Актуальність виконуваних досліджень в області пластичності і міцності металів і високий науковий рівень отриманих результатів вивели ФТІНТ на рівень провідних світових центрів [91, с. 294].

У 70-х рр. ХХ ст. Б. І. Веркін ініціював новий напрям – біофізичні дослідження, які проводилися в декількох підрозділах інституту. Роботи відбувалися під керівництвом Б. І. Веркіна, який створив спеціальну групу, до складу якої потрапили Ю. П. Благий, Б. Я. Сухаревський, І. К. Янсон, Л. Ф. Суходуб, А. М. Косевич [111, с. 87–95].

Також у ФТІНТ було детально досліджено процес переохолодження і заморожування ряду біологічних об'єктів. Сконструйовано та виготовлено дві установки для вивчення процесу переохолодження та заморожування об'єктів. Даним проектом займалися А. М. Воротилін, Н. Н. Третьякова [225, арк. 60]

Біофізичні дослідження в інституті були продовжені. Спільно з Інститутом ботаніки ім. Н. Г. Холодного НАН України виконувались спільні дослідження щодо впливу слабких магнітних полів на біологічні об'єкти, зокрема, на зростання рослин. Ще у 70-х рр. ХХ ст. Б. І. Веркіним були розпочаті дослідження в цій галузі, та у 1979 р. вперше встановлено поріг впливу постійного магнітного поля на зростальну реакцію рослин. Цей результат підтверджений у 90-х рр. ХХ ст. американськими дослідниками. В результаті спільних досліджень ФТІНТ та Інституту ботаніки у 2003 р Н. М. Багатіною та В. О. Караченцевим вперше виявлено вплив магнітного поля на гравітропіческу реакцію коренів рослин та угнітання гравітропіченої реакції в комбінованих магніти полях [91, с. 276–277].

На початку 2000-х рр. у ФТІНТ стали розвиватися нові напрямки досліджень: отримання і дослідження вуглецевих наноматеріалів (фулерени, нанотрубки та ін.). Так, дослідження властивостей одностінних вуглецевих нанотрубок розпочаті в рамках міжнародного співробітництва з російськими,

німецькими та австрійськими вченими в 2002 р. В результаті наукового співтовариства були вивчені коливальні спектри нанотрубок і отримано надійне співвідношення між що спостерігаються лініями в спектрі й діаметром, типом провідності й хиральністю нанотрубок [91, с. 270–276].

У 2007 р. Д. А. Башлановим та Е. С. Авотіною вперше виявлені квантові ефекти в електронних властивостях мікроконтактів та нанотрубок. У 2008 р. при аналізі зображень нанотрубок з адсорбованим полімером отриманим за допомогою атомно-силового мікроскопа, М. В. Карачевцевим, С. Г. Степаньяновим, В. О. Караченцевим було вперше виявлено, що товщина полімерного шару зростає по довжині трубки, і в результаті отриманий гібрид має вигляд веретена [91, с. 271].

У 2009 р. групою вчених (М. В. Косевич, В. С. Шелковський, О. Я. Боряк, В. В. Орлов) для вивчення міжмолекулярних взаємодій біомолекул та біологічно активних сполук при дії низьких температур (77–273 К) у ФТІНТ створено унікальний низькотемпературної вторинно іонної мас-спектроскопії. Метод не має аналогів в Україні [91, с. 266].

Колективом на чолі з І. К. Янсоном розроблено нову методику дослідження енергетичного спектра органічних молекул. Вперше отримані тунельні спектри для ряду низькотемпературних органічних сполук та різних неорганічних діелектричних речовин [255, арк. 24].

У середині 70-х рр. ХХ ст. Б. І. Веркіним та І. К. Янсоном вивчено міжмолекулярні взаємодії серед широкого класу азотистих нуклеїнових кислот як у кристалічному, так і в ізольованому стані. Вперше спостережено явище мас-спектрометричного безпосереднього формування комплементарних та некомплементарних пар основ у вакуумі й виміряні їх енергії зв'язку [258, арк. 70].

Після відкриття наприкінці 80-х рр. ХХ ст. явища високотемпературної надпровідності дослідження структури віхривої ґратки в багат шаровому надпровіднику стала об'єктом пильної уваги вчених. Тому що більшість надпровідників мають багат шарову анізотропну структурою. Важливе

фундаментальне значення має вивчення штучних багатошарових систем, які є ідеальними модельними об'єктами шаруватих надпровідників. У 1991 р. групою вчених під керівництвом І. Я. Фуголь (О. І. Юзефович, М. Ю. Михайлов та ін.) розпочато проведення перших магнітотранспортних досліджень надграток і плівок ванадію. У 2005 р. вченими вперше був виявлений фазовий перехід між різними сумірними вихровими ґратами. З 2000 р. у ФТІНТ О. І. Юзефовичем, М. Ю. Михайлівським та ін. Став розроблятися метод створення надпровідних упорядкованих наноструктур шляхом їх самоорганізації. Вченими вперше виявлена інтерфейсна надпровідність з критичними температурами в інтервалі 2,5–6 К. Унікальність методу полягає в тому, що окремі шари входять до їх складу не є надпровідними. Вченими був розроблений принципово новий підхід до створення періодичних надпровідних носіїв із заданими розмірами [91, с. 176].

Отже, Борис Ієремієвич Веркін був видатним вченим і талановитим організатором. Його наукова діяльність вплинула на розвиток фізичної науки в цілому, була визнана багатьма науковцями СРСР та світу [175, арк. 1–3]. Школа фізиків-кріогенщиків, організатором якої був видатний вчений, досі продовжує результативну роботу у Фізико-технічному інституті низьких температур. Коло наукових інтересів дослідника було досить широким, від вивчання надпровідності, властивостей рідкого гелію до фізики пластичності і міцності матеріалів, кріохірургії та багато іншого. Під його керівництвом здійснювалися важливі наукові дослідження у галузі низькотемпературної фізики. Також він створив сприятливі умови для роботи колективу талановитих молодих науковців. Дослідження, які проводились в інституті, використовувались у багатьох сферах життя.

Наукова школа В. В. Єременка в галузі магнітооптичних досліджень.

Застосування сильних магнітних полів у поєднанні з низькими температурами визначило якісно новий етап у розвитку експериментальної фізики в цілому. Перші магнітооптичні дослідження були пов'язані з вивченням характеристик світла, який проходить крізь речовини, в магнітному полі. Згодом, розширення

класу речовин для магнітооптичних досліджень виводить на перший план магнітооптичні проблеми з вивчення структури речовин, які при взаємодії з речовиною приводять до зміни характеристик світла. Це привело до дослідження властивостей речовин магнітоупорядкованих середовищ, вивчення нових магнітооптичних ефектів та стало базою для їх широкого застосування. Наприкінці 60-х – 70-ті рр. XX ст. потреба у нових методах запису та зчитування інформації сприяла розвитку різних магнітооптичних пристроїв. Використання експериментального підходу вчених УФТІ та ІФТ в галузі фізики низьких температур привело до глибокого розуміння механізмів багатьох фізичних явищ, зокрема, магнітооптичних. Теоретичне і експериментальне вивчення неметалічних кристалів (антиферомагнетиків), яке розпочато в УФТІ, успішно продовжено у ФТІНТ.

У ФТІНТ працювало багато видатних вчених, серед них видатний фізик у галузі кріофізики – В. В. Єременко. Коло наукових досліджень науковця було досить широке, але його найулюбленішим напрямом було вивчення магнітоупорядкованих кристалів, а також фазових перетворень у феромагнетиках, надпровідниках, екситонних процесів в антиферомагнітних, молекулярних та напівпровідникових кристалах.

В. В. Єременко народився в 1932 р. у Харкові. Він пішов по стопах своїх батьків – фізиків – та у 1955 р. закінчив фізико-математичний факультет у ХДУ за спеціальністю «фізика низьких температур». Після закінчення університету він одразу вступив до аспірантури та отримав роботу у київському Інституті фізики АН України. Науковець з успіхом закінчив аспірантуру. Після створення у 1960 р. у Харкові ФТІНТ, вченого було переведено до новоствореного інституту. За ініціативою В. В. Єременка у ФТІНТ започатковано науковий напрям з вивчення властивостей магнітоупорядкованих кристалів та проведення досліджень в галузі спектроскопії та магнітооптиці антиферомагнетиків. З 1986 р. науковець керував відділом спектроскопії магнітних та молекулярних кристалів у ФТІНТ [64, с. 100; 99, с. 58–59; 110], з

1990 р. він є головним редактором журналу «Фізика низких температур», що видається в інституті та є найцитованішим фізичним журналом в Україні.

За час багаторічної наукової роботи навколо вченого сформувалась наукова експериментальна школа низькотемпературного магнетизму. Експериментальну школу низькотемпературного магнетизму академіка АН України В. В. Єременка представляють два член-кореспонденти АНУ, 12 докторів наук, більш ніж 50 кандидатів наук, серед яких: академіки НАН України Н. Ф. Харченко та С. Л. Гнатченко, член-кореспондент НАН України А. І. Звягін, та доктори фізико-математичних наук М. А. Беляєва, Ю. А. Богод, Ю. Г. Літвіненко, Е. В. Матюшкін, В. М. Науменко, Ю. А. Попков, Ю. Н. Цзян, В. В. Шапіро та інші. Багато його учнів працюють у науково-дослідних установах України та за кордоном [85, с. 112; 107, с. 58; 110].

Найбільш вагомі результати були досягнуті у магнітооптичному відділі ФТІНТ вже у 1961–1963 рр. У 1963 р. В. В. Єременком разом з М. А. Беляєвою було експериментально виявлено екситон-магнітні взаємодії у формуванні спектра поглинання кристалу антиферомагнетика. Результати були опубліковані у цього ж року в журналі ЖЕТФ у статті «О температурной зависимости ширины полос оптического поглощения кристаллов MnF_2 ». Наступного року при спільній роботі разом з Ю. А. Попковим вченими було встановлено безпосередній вплив магнітної структури на формування оптичного спектра. У 1970 р. В. В. Єременком та С. П. Новіковим знайдено одночасну ідентифікацію давидівського розщеплення екситонної лінії оптичного кристала [86, с. 86–108; 338, с. 496–497]. Таким чином, дослідження, які проводились у науковій школі В. В. Єременка разом з його учнями, зіграли важливу роль у формуванні сучасних уявлень про взаємодію світла з магнітоупорядкованими кристалами. Дослідження в галузі спектроскопії антиферомагнетиків стали фундаментом для проведення експериментальних та теоретичних досліджень зі спектроскопії антиферомагнітних кристалів. Результати досліджень В. В. Єременка з його учнями знайшли відображення у монографії «Введение в оптическую спектроскопию магнетиков» [298].

У 1970 р. вперше було ідентифіковане давидівське розщеплення екситонної лінії оптичного поглинання антиферромагнітного кристала на базі детального вивчення впливу сильного магнітного поля на тонку структуру спектру оптичного поглинання антиферромагнітного RbMnF_3 [346, с. 478–482].

У 70–80-х рр. ХХ ст. учнями вченого проводились дослідження енергетичного спектра антиферромагнітними методами комбінаційного розсіювання, нелінійних кінетичних явищ в екситонній системі магнітоупорядкованого кристала, спектроскопічного випромінювання структури та фізичних властивостей антиферромагнітних кристалів.

Учнем Єременка Звягіним був започаткований новий напрям у фізиці магнетизму твердих тіл – дослідження сильно анізотропних магнетиків. Магнетики – це речовини з низькою симетрією кристалічної або магнітної структури. Звягіним було розроблено та створено унікальний комплекс апаратури з використанням сильних магнітних полів та низьких температур для вивчення особливостей спектральних, магнітних, електричних або теплових властивостей кристалів [87, с. 67–85].

У 1978 р. вчені, на чолі з Єременком опублікували результати проведеного експериментального дослідження кристалів карбонату кобальту, де ними описувався вперше спостережуваний ефект лінійного магнітного двозаломлення поляризованого світла [362]. Відкритий ефект дав можливість подальшого вивчення багатьох особливостей поведінки антиферромагнетиків різних кристалічних сингоній. Так, у 1979 р. В. В. Єременком, Н. Харченком, Л. Белим уперше на основі ефекту лінійного магнітного заломлення здійснені прямі оптичні спостереження антиферромагнітних 180-градусних доменів [359].

Ефект лінійного магнітного двозаломлення використовується в дослідженнях магнітних фазових переходів, магнітоупорядкованої структури складних антиферромагнітних кристалів, магнітооптичній візуалізації кристалів двійників та ін. Спеціально для досліджень та застосування цього ефекту у ФТІНТ у магнітооптичному відділі організована дослідна група.

У 2004 р. за цикл робіт з дослідження оптичних та магнітооптичних явищ в антиферромагнетиках група вчених (В. П. Гнєздилов, О. В. Єременко, В. І. Фомін та ін.) була удостоєна Державної премії України в галузі науки і техніки [93].

Зараз у відділі ведуться спільні наукові дослідження з Польської АН про дослідженні впливу низької розмірності й фрустрацій на магнітні та оптичні властивості магнетиків при впливі низьких температур.

Отже, у ФТІНТ сформувалась потужна база наукового потенціалу. З аналізу наукової літератури за вивчаємий період було встановлено, що у ФТІНТ сформувалась та діє наукова школа експериментальної магнітооптики В. В. Єременка, результати наукової роботи якої були визнані у наукових колах всього світу.

Дослідження вчених інституту у галузі математики. Вже до другої половини ХХ ст. провідна роль у науці закріпилася за математикою, на якій базуються основи розвитку фізики, технічні та економічні розрахунки. Прикладний характер математики щодо природничих наук стимулював її розвиток і надавав можливість досягти вагомих результатів у підкоренні космосу та промисловості.

Як було сказано раніше, з початку організації ФТІНТ було заплановано декілька математичних відділів, що одразу стало показником тісного зв'язку математики як з теоретичними, так і з експериментальними дослідженнями фізиків. Робота математичних відділів проводилася як з чисто математичної тематики, так і за тематикою, пов'язаною з діяльністю фізичних відділів інституту. Основними напрямками діяльності математичних відділів були дослідження з теорії поверхонь, зокрема, з теорії пружних оболонок; розвиток сучасних методів функціонального аналізу та теорії функцій; спектральна теорія операторів; теорія обчислювальних процесів, розробка обчислювальних алгоритмів, програмування і машинна реалізація рішень прикладних задач [106, с. 15].

Одним з напрямів досліджень математичного відділення інституту були дослідження у галузі геометрії, провідним науковцем та ідейним лідером яких був відомий математик О. В. Погорєлов [101, с. 173–175; 105, с. 23, 35; 183, арк. 1–38; 184, арк. 1–13; 185, арк. 1–37; 186, арк. 1–6]. У 1969 р. науковцем була вирішена проблема існування замкненої опуклої поверхні з функцією головних кривин, заданою у вигляді парної функції від нормалі поверхні. Отримано апіорні оцінки головних кривин замкнених поверхонь залежно від їх середніх значень. Була запропонована аксіоматика евклідової геометрії, прийнятна для шкільного курсу геометрії. Отримана загальна теорема єдності для нескінченних поверхонь при заданій функції радіусів кривини [222, арк. 66]. У цьому ж році з'являється монографія О. В. Погорєлова «Внешняя геометрия выпуклых поверхностей» [285]. У роботі наведена теорема про ізотермічні занурення і деформації опуклих поверхонь, а також детально викладені дослідження його учнів з теорії поверхонь позитивної кривини.

До досліджень з геометрії також належать роботи з багатогранників і теорії кривих. Цими проблемами займалися О. В. Погорєлов, Є. П. Сенькін, А. І. Медяник, А. Д. Мілка, А. М. Гурін. Результати досліджень вчених знайшли прикладне застосування у запатентованих А. Д. Мілкою нових методах штампування великогабаритних деталей [256, арк. 25].

За період 1976–1980 рр. О. В. Погорєлов був керівником теми «Геометрическая теория конечных деформаций тонких оболочек». Метою досліджень було отримання та обґрунтування розрахункової формули критичних навантажень для тонких оболонок і вироблення рекомендацій щодо використання цих формул у практиці експлуатації тонких плівок. У результаті досліджень на прикладі шарнірно опертої циліндричної оболонки методом асимптотичного інтегрування диференціальних рівнянь теорії оболонок доведена можливість втрати стійкості оболонок, що розгортаються, з випинання малих областей, локалізованих в околі однієї з утворюваної серединної поверхні оболонки (випинання уздовж утворюючої). Отримано нелінійну крайову задачу з рівняннями узагальненого крайового ефекту (скорочена задача) для опису в

основному наближенні втрат стійкості і початкових після критичних деформацій оболонок, що розгортаються при випинанні уздовж утворюючої. При досить довільних способах закріплення і навантаженні анізотропної оболонки доведено, що її випинання уздовж утворюючої відбувається при навантаженнях, асимптотичне значення яких збігається з критичними навантаженнями для відповідної колової ортотропічної конічної оболонки, дотичної уздовж утворюючої з оболонкою, яка досліджувалася. Останні ж визначаються рішенням лінеаризованої скороченої задачі [236, арк. 57].

Протягом 1981–1985 рр. вирішенням проблеми «Геометрические методы в проблеме стойкости оболочек» займались О. В. Погорєлов разом з В. І. Бабенко. Метою роботи було дослідження границь стійкості оболонок і механіки випинання та розробки практичних рекомендацій щодо розрахунку оболонок на стійкість. У межах геометричної теорії стійкості оболонок вченими було отримане повне рішення задачі про стійкість загальної строго опуклої, жорстко закріпленої оболонки під дією зовнішнього тиску. Також було побудовано межі стійкості при комбінованому навантаженні зовнішнім тиском та стискаючими уздовж утворюючих зусиллями при різних способах закріплення лінійно пружних, анізотропних, опуклих оболонок, розглянута стійкість складених оболонок. У результаті дослідів виявлено стійкість при зовнішньому тиску пологих, жорстко закріплених сферичних сегментів, а саме: теоретично описана експериментально виявлена раніше в інституті локальна форма втрати стійкості, теоретично та експериментально досліджені діаграми навантаження та вплив на критичний тиск кінцевих статистичних та ударних локальних збурень. Також досліджено стійкість строго опуклих і опуклих оболонок, що розгортаються, виготовлених з різного модульного матеріалу. Результати досліджень опубліковані в 12 статтях, була підготовлена та видана монографія. За матеріалами досліджуваної теми була захищена 1 кандидатська дисертація [246, арк. 61–64].

У 1985 р. академік О. В. Погорєлов і д-р. фіз.-мат. наук А. Д. Мілка завершили дослідження проблеми «Геометрия «в целом» поверхностей и

метрик». Метою роботи було отримання нових результатів загальнотеоретичного і прикладного характеру з геометрії регулярних поверхонь і багатовидів, узагальнених просторів, нерегулярних метрик. Науковцями побудована теорія багатовимірної рівняння Монжа – Ампера еліптичного типу та доведені теореми існування єдності, регулярності узагальнених рішень Діріхле щодо зазначеного рівняння. Встановлено зв'язок теорії ізометричних занурень простору Лобачевського в евклідов простір з класичною задачею механіки про обертання твердого тіла навколо нерухомої точки і знайдено багатовимірне узагальнення рівняння «синус-Гордон». Встановлені основні зовнішні і внутрішні метричні властивості, доведена теорема про однозначність визначеності для загальних замкнутих дефінітних опуклих поверхонь у псевдоріманову сферу чотиривимірної простору – часу Мінковського. Доведена загальна теорема про обмеженість числа опуклих багатогранників з рівнокутними гранями або з рівнокутними вершинами в евклідовому і сферичному просторах та знайдений повний перелік опуклих багатогранників з рівнокутними вершинами в евклідовому просторі. За період виконання цього дослідження у відділі захищено 2 докторські та кандидатська дисертації, опубліковано 2 монографії, 40 наукових статей. У ХДУ підготовлено 3 кандидати наук, 30 дипломників, прочитано понад 20 спецкурсів [280; 260, арк. 61–64].

З початку 50-х рр. XX ст. в Харкові інтенсивно проводилися дослідження з спектральної теорії операторів і теорії розсіювання, які багато в чому визначили подальший розвиток цих областей математики у світі в другій половині XX ст. і зайняли провідне місце в науковій діяльності Математичного відділення ФТІНТ.

У 1955 р. В. О. Марченком було розв'язано зворотну задачу квантової теорії розсіювання. Вченим вперше отримані необхідні та достатні умови для розсіювання та виведено основне рівняння зворотної задачі, що набуло назви рівняння Марченка. Дані ідеї були покладені в основу відомого методу оберненої задачі теорії розсіювання – використання в теорії інтегрування

нелінійних еволюційних рівнянь. Рівняння Марченка досі є одним з основних інструментів дослідження зворотних задач розсіювання [91, с. 125, 126; 113, с. 138].

Вже на початку 60-х рр. XX ст. В. О. Марченко отримав ряд найважливіших результатів з дослідження стійкості розв'язання зворотної задачі теорії розсіювання і дифракції в хвилеподібних системах. Важлива наукова праця «Обратная задача спектрального анализа дифференциальных операторов» була подана керівництвом інституту в Президію АН на отримання Ленінської премії у 1960 р. [124, с. 15; 267, арк. 11–12].

Протягом 1961 р. під керівництвом В. О. Марченка групою науковців інституту було розглянуто: питання стійкості розв'язання оберненої задачі теорії розсіювання. Отримано відомості нерівності, що дозволяють створити уявлення про ступінь довільності потенціалу, коли спектральні властивості оператора відомі лише частково. У доповнення до теми А. В. Свідзінським розроблена методика подання функції Гріна у формі функціональних інтегралів, що була придатна для довільних квантових систем [249, арк. 8–10].

Упродовж 1965 р. на базі математичного відділу проводилося дослідження з питань застосування методів теорії функцій до спектрального аналізу лінійних операторів. Метою роботи стало перенесення на лінійну диференціальну систему спеціального виду деяких результатів, що відносяться до рівняння Штурма-Ліувілля на півосі. Дослідження базувались на попередніх результатах роботи член-кореспондента Н. І. Ахієзера з проблеми рівняння Штурма-Ліувілля на півосі та його моментів. Крім цього, розглянуто випадок спектральної щільності спеціального виду, що дорівнює нулю на деяких інтервалах. За допомогою абсолютних інтегралів будується рішення лінійної системи, завдяки якому формується система [270, арк. 33–34].

У цьому ж році колективом, який очолював член-кореспондент В. О. Марченко (Д. Ш. Лундіна, С. А. Маркін, А. С. Сохін) була досліджена стійкість оберненої задачі теорії розсіювання для рівняння Дірака. У результаті здійснення роботи отримано точні оцінки похибки, з якою можуть бути

відновлені власні функції і потенційна матриця, якщо дані розсіювання відомі тільки на кінцевому інтервалі енергії. Виявляється, що ця похибка наближується до нуля як $N^{-1/2}$, де $(-N; N)$ – інтервал енергії, на якому відомі дані розсіювання. Аналогічні результати були отримані для систем рівнянь 2-го порядку [216, арк. 33–34].

Протягом наступного року В. О. Марченко разом з Н. І. Ахієзером, К. В. Масловим, Т. Н. Гестріним, Є. Я. Хрусловим продовжували дослідження спектральної теорії операторів та її застосування до крайових задач математичної фізики. Вченими були доведені теореми існування та єдиності розв'язку стаціонарної задачі про дифракції хвиль на нескінченно тонкому екрані. Досліджено деякі типи багатовимірних парних інтегральних рівнянь, для вирішення яких отримані апріорні оцінки. Дано обґрунтування короткохвильових асимптотичних формул для розв'язання задачі з дифракції плоских хвиль на плоских екранах. Зокрема, отримано обґрунтування евристичного методу Кірхгофа. Розрахована крайова задача для рівняння Гельмгольца з суміжними крайовими умовами на границі, що описує дифузію частинок крізь поверхню, частина якої відбиває, а інша частина напівпрозора. Досліджено питання про границю функції Гріна для випадку, коли отвори необмежено подрібнюються, а відстані між площинами прагнуть до нуля [253, арк. 43–44].

У доповнення до проблем, які вивчалися у математичному відділенні під керівництвом В. О. Марченка разом з Л. А. Пастуром, В. А. Щербиною, у 1967 р. були отримані важливі результати при дослідженні спектральної теорії операторів та її застосуванні до крайових задач математичної фізики. Розроблено метод знаходження розподілів власних значень у деяких ансамблях випадкових матриць. Розглянуто ансамбль ермітових матриць, які представлені у вигляді суми не випадкових матриць із заданим розподілом власних значень, і незалежних рівномірних проєктів з випадковими коефіцієнтами при них. Доведено, що спектральна щільність матриць такого ансамблю збігається за ймовірністю до деякої не випадкової функції, коли розмірність простору, в

якому діє матриця, наближається до нескінченності. Знайдено рівняння, з якого визначається гранична функція. Вченими розроблено метод визначення особливостей граничної спектральної щільності поблизу границь спектрів. Аналогічні результати були отримані для деяких інших ансамблів випадкових матриць [103, с. 190–191; 218, арк. 62–64].

Групою вчених (В. О. Марченко, Д. Ш. Лундіна, Л. А. Пастур, С. А. Маркін) у 1968 р. досліджено питання про стійкість зворотної задачі теорії розсіювання за відсутності особливостей у потенціалі. Ними вивчена зворотна задача теорії розсіювання у випадку, коли дані розсіювання відомі тільки на кінцевому інтервалі енергій. Отримано оцінку похибки, за якою за цими неповними даними можуть бути відновлені власні функції і потенціал. Крім того, доведено, що похибка для власних функцій зменшується [220, арк. 60–63]. Результати вивчення питання стійкості обернених задач розсіяння на півосі і отримані точні оцінки похибки від довжини інтервалу, на якому відома функція розсіювання і аналогічні результати для операторів Дірака, надані у монографії «Спектральная теория операторов Штурма-Лиувилля», що була надрукована у 1972 р. [281].

Результатом вивчення теми «Спектральная теория дифференциальных операторов», виконавцями якої були В. О. Марченко, Д. Ш. Лундіна, Г. Н. Гестерін, було доведення теореми про можливість апроксимації періодичного потенціалу в рівнянні Штурма-Ліувілля зі скінченнозонним потенціалом. Встановлена точна залежність між видом асимптотичних формул для власних значень задач Штурма-Ліувілля на кінцевому інтервалі й гладкістю потенціалу. Отримано наближені формули, що пояснюють і демонструють потенціал рівняння Шредінгера через його спектральне ядро. Отже, доведено теорему єдності зворотної задачі спектрального аналізу для багатовимірного рівняння Шредінгера в аналітичному випадку [232, арк. 31–32]. Метод операторів перетворення та його численні додатки до зворотних задач спектрального аналізу і теорії розсіювання викладені в монографії В. О. Марченка «Операторы Штурма-Лиувилля и их приложения», виданої в

1977 р., а пізніше, в 1986 р., перевиданої англійською мовою [284]. Все це є яскравим підтвердженням значущості результатів досліджень вченого та визнання у світовій науці.

Напрямок – теорія динамічних систем, – почав вивчатися у ФТІНТ ще з 60-х рр. ХХ ст. і став прогресуючим напрямком у математичному відділі інституту. Науковці, що займалися цим напрямком у дослідженнях, вивчали групи перетворень, діючих на різноманітні фазові простори. В. Я. Голодець розпочав вивчати несингулярні автоморфізми просторів з мірою. Вчений був одним з перших математиків, хто зрозумів та використав ті обставини, що теорія алгебри Джона фон Неймана має багато спільного з теорією динамічних систем на просторах, що вимірюються [91, с. 339].

Протягом наступного десятиліття (70-х рр. ХХ ст.) канд. фіз.-мат. наук В. Я. Голодець активно вивчає апроксимативні кінцеві алгебри фон Неймана. Доведено, що всі апроксимативні кінцеві фактори типу II до плюс нескінченності ізоморфні між собою. За допомогою цього факту була вирішена одна проблема С. Х. Сака і підфактор II, – факторів. Також отримано нові результати щодо траєкторії теорії динамічних систем. Поряд з цим досліджено питання про побудову апроксимативних кінцевих факторів. Вченим було знайдено і досліджено новий алгебраїчний інваріант факторів. Отримана необхідна і достатня умова існування точних нормальних очікувань у алгебрі фон Неймана. Знайдений і вивчений новий інваріант операторів алгебри фон Неймана. Побудована асимптотична теорія крайових задач з дрібнозернистою границею, на якій задається умова Неймана. Досліджено асимптотичні властивості операторів алгебри і знайдені нові інваріанти алгебраїчних ізоморфізмів факторів різних типів. Результати роботи можуть бути застосовані в теорії нелінійних дрібнодисперсних середовищ, теорії надпровідності, статистичної фізики [225, арк. 24; 254, арк. 32; 255, арк. 33; 256, арк. 21; 264, арк. 28]. У 1972 р. опублікована монографія А. Д. Мишкіса «Линейные дифференциальные уравнения с опоздавшим аргументом», в якій

викладено ряд важливих результатів з якісної теорії автономних динамічних систем та диференційні рівнянь неklasичного типу [282].

З середини 60-х рр. ХХ ст. В. О. Марченко спільно з Л. А. Пастуром розпочали ряд досліджень, присвячених вивченню спектральних властивостей випадкових матриць великих розмірностей. У 1967 р. вони розробили метод відшукування розподілів власних значень у деяких ансамблях випадкових матриць. Розглянуто ансамбль ермітових матриць, які представлені у вигляді суми не випадкової матриці із заданим розподілом власних значень і незалежних рівномірних проекторів з випадковими коефіцієнтами при них. Науковцями доведено, що спектральна щільність матриць такого ансамблю сходиться за ймовірністю до деякої не випадкової функції, коли розмірність простору, в якому діють матриці, прямує до нескінченності. Також знайдено рівняння, за допомогою якого визначається гранична функція. Вченими надано метод визначення особливостей спектральної щільності поблизу границь спектрів. Аналогічні результати були отримані і для деяких інших ансамблів випадкових матриць [103, с. 190–191; 218, арк. 62–63].

Також у математичному відділенні ФТІНТ проводилися дослідження в галузі теорії функцій та її застосування. Для широкого вивчення цих проблем в інституті було засновано відділ теорії функцій, ідейним ініціатором якого був Б. Я. Левин. Вченим обґрунтовані нові підходи та напрями досліджень, які були визнані багатьма математиками у всьому світі. Так, наприклад, обґрунтована теорія цілих функцій повного регулярного зростання, його монографія «Распределение корней целых функций» досі є популярною науковою роботою.

Необхідно зазначити, що розроблена теорія привела до нового розуміння і до подальших узагальнень класичної теореми С. Н. Бернштейна про похідну цілої функції експоненціального типу. Він запровадив оператори перетворення для рівняння Штурма-Ліувілля, що зберігають асимптотику рішень на нескінченності. Ці оператори є основними інструментами в теорії обернених задач розсіювання [91, с. 315].

Ще раніше на початку 60-х рр. XX ст. В. П. Гурарій дослідив співвідношення між двома спектрами повільно зростаючих функцій. Вченим отримано результат, що може бути застосований до деяких питань гармонічного аналізу. Розроблені нові методи, які застосовуються для доведення теореми типу Вінера [267, арк. 11–12]. У 1963 р. вченим була досліджена теорія функцій та її застосування до питань спектральної теорії операторів і гармонічного аналізу. Також, отримані необхідні умови та близькі до них достатні умови для повноти системи односторонніх зсувів деякої функції в просторі від мінус нескінченності до плюс нескінченності. Отримано узагальнення до апроксимаційної теореми Вінера на випадок простору з швидко зростаючою вагою [214, арк. 19].

У наступному році у ФТІНТ проводилося дослідження із застосування методів теорії функцій до питань спектрального аналізу та теорії апроксимації. У результаті роботи, Н. І. Ахієзером були досліджені екстремальні властивості цілих трансцендентних функцій експоненціального типу і питання найкращого наближення на всій осі. Також Є. І. Золотарьовим і С. Н. Бернштейном отримано інтегральне представлення екстремальних функцій, що є аналогом та узагальненням уявлень для поліномів. Ф. С. Рофе-Бекетовим отримано формули для спектральної функції диференціального оператора з матричним або операторним просумованим потенціалом. Встановлено достатні ознаки кінцівки числа дискретних рівнів, що вносяться до лакуни безперервного спектра збуреннями періодичного потенціалу [271, арк. 34].

У 1965 р. Н. І. Ахієзером проводились дослідження із застосування методів теорії функцій до питань спектрального аналізу лінійних операторів. Метою роботи було перенесення на лінійну диференціальну систему спеціального виду деяких результатів, що відносяться до рівняння Штурма-Ліувілля на півосі. Дослідження були засновані на попередніх результатах Н. І. Ахієзера з розв'язання рівняння Штурма-Ліувілля на півосі та проблемі моментів. Крім цього, отримані результати щодо зворотної задачі і за формулами згортання сингулярних інтегралів типу Гільберта-Рісса, які тут

виникають. Розглянуто випадок спектральної щільності спеціального виду, що дорівнює нулю на деяких інтервалах. За допомогою абсолютних інтегралів побудовано рішення лінійної системи, а завдяки йому – і сама система [216, арк. 33–34].

Ще одним новим напрямком досліджень фахівців інституту були нелінійні еволюційні рівняння. Отже, у 1967 р. групою американських фізиків був відкритий метод розв'язання нелінійного рівняння Кортевега – де Фріза (КдФ) за допомогою оберненої задачі розсіювання. Протягом десяти років цей метод був поширений і на інші одномірні еволюційні рівняння, що описують нелінійні фізичні явища. Математичний апарат, який був основою цього методу, був розвинений раніше в роботах В. О. Марченка. Зрозуміло, що В. О. Марченко підключився до цих досліджень і до середини 70-х рр. ним була повністю вирішена популярна на той час періодична задача Коші для рівняння КдФ [91, с. 331].

При розробці нових методів рішення й дослідження нелінійних задач математичної фізики у 1979 р. вченими В. О. Марченком, Г. Н. Гестріним, Л. А. Пастуром, Є. Я. Хрусловим було дано рішення задачі Коші для рівняння КдФ з періодичними початковими даними типу сходинок, знайдено в явному вигляді скінченнозонне рішення нелінійного рівняння Шредінгера та Гейзенберга. Вченими було отримано повне рішення зворотної спектральної задачі для оператора Хілла. Встановлена точна залежність в обидві сторони між гладкістю потенціалу рівняння Штурма-Ліувілля й асимптотичними формулами для власних значень крайових задач у випадку довільних граничних умов [378, арк. 28].

Ще однією з цікавих тематик геометричного відділу, які вивчалися у ФТІНТ, була теорія поверхонь і вивчення критичних станів у теорії пружних оболонок. Так у 1969 р. О. В. Погорєловим були отримані апріорні оцінки головних кривин замкнутих поверхонь залежно від їх середніх значень. Запропоновано аксіоматику евклідової геометрії, що прийнятна для викладання

шкільного курсу геометрії. Отримана загальна теорема єдності для нескінченних поверхонь при заданій функції радіусів кривини [221, арк. 70]. Наступного року вченим у результаті дослідів доведено, що точною відповідністю між опуклими поверхнями, що зберігає варіації повороту кривих, є подібність. Також досліджено позакритичні пружні стани сферичних оболонок при зосередженому навантаженні [224, арк. 52].

Початок здійснення дослідів у ФТІНТ з проблеми теорії квантових груп розпочався із запрошення у 1981 р. вченого із Уфи В. Г. Дринфельда. Організатором запрошення вченого був В. О. Марченко. Талановитий науковець виконав низку важливих робіт із загальної теорії систем, що інтегруються, і цим заклав основи теорії квантових груп. За цей цикл робіт у 1990 р. науковцю була присуджена Філдсофська премія [106, с. 28–29].

У зв'язку з розвитком космічної техніки наприкінці 60-х рр. ХХ ст. поширився інтерес до вивчення поведінки рідин в умовах невагомості. У ФТІНТ ці дослідження проводилися працівниками відділу прикладної математики під керівництвом А. Д. Мишкіса. У першу чергу були проведені дослід з питання рівноваги рідких об'ємів в умовах нерівноваги з урахуванням капілярних сил. Описані класи рівноважних форм рідин у стані спокою або рівномірного обертання в умовах повної невагомості або слабкої гравітації (А. Д. Мишкіс, Л. А. Слобожанин, А. Д. Тюпцов, М. А. Беляєва). Розв'язані задачі про «збудження форми» рівноважної поверхні при малій зміні параметрів системи. Був розвинений метод, що дозволяє створювати рівноважні форми, близькі до відомих. Так була знайдена форма асиметричної однозв'язної поверхні рідини у стані спокою при малих числах Бонда за відомих рішенням в умовах повної невагомості та побудована рівноважна поверхня малої крутості [91, с. 343].

Математичне відділення ФТІНТ було показником тісного зв'язку математики з теоретичними та експериментальними дослідженнями, якими займалися вчені інституту. Робота математичних відділів інституту проводилась у двох напрямках: у математичному і фізичному; також розробки

науковців допомагали у вирішенні прикладних завдань. Основними напрямками діяльності математичних відділів були дослідження з теорії поверхонь, зокрема, з теорії пружних оболонок; розвиток сучасних методів функціонального аналізу та теорії функцій; спектральна теорія операторів; теорія обчислювальних процесів; розробка обчислювальних алгоритмів; програмування й машинна реалізація рішень прикладних задач. Дослідження науковців, що працювали у ФТІНТ, були всесвітньо визнаними та отримали багато нагород і премій.

2.5. Роль ФТІНТ у підготовці фахівців вищої кваліфікації та інженерних кадрів для галузі кріофізики

Стрімкого розвитку науки, організації нових напрямів, кафедр, а також виховання конкурентоспроможного інженерного та науково-технічного складу вимагав розвиток країни. Важливість і перспективність розвитку фундаментальних наук у другій половині ХХ ст., нагальна потреба у професійно підготовлених, кваліфікованих інженерах для підприємств важкої промисловості країни поставили на порядок денний організацію підготовки та навчання майбутніх фахівців.

Вчені ФТІНТ проводили значну роботу з підбору, підготовки й розподілу наукових та інженерних кадрів. З року в рік керівництво інституту розширювало напрямки досліджень, у результаті чого відкривалися нові відділи й лабораторії. Для ефективної роботи інституту та здійснення багатьох досліджень проводилося укомплектування нових відділів і лабораторій інституту й ДКБ новими науковими та інженерними кадрами.

Протягом 1961 р. співробітниками інституту було організовано загальноміський семінар з фізики низьких температур, на якому доповідалися роботи з надпровідності, електронної теорії металів, феро- та антиферомагнетизму, теорії пластичності, квантових генераторів і підсилювачів – мазерів і лазерів, нейтронографії та ефекту Мессбауера, радіоастрономії, біофізики тощо. На наукових семінарах обговорювалися оригінальні

новаторські роботи із зазначених тем, що виконувалися співробітниками ФТІНТ та інших наукових установ. Також були зроблені доповіді, що мали оглядовий характер, де висвітлювалось широке коло нових проблем, пов'язаних із вивченням фізики низьких температур. Такі доповіді, як правило, робилися провідними вченими-фахівцями ФТІНТ: І. М. Дмитрієвим, І. О. Куліком, В. Г. Манжелієм, О. В. Погорєловим та ін. У роботі семінарів брали участь науковці Харкова, Москви, Києва, Новосибірська та інших відомих наукових центрів країни. Семінари проводилися двічі на місяць у Харківському будинку вчених [249, арк. 13; 213, арк. 23].

Поряд із цим, науковці відділу математичної та теоретичної фізики, прикладної математики почали проводити щотижневі загальноміські семінари математиків. Там обговорювалися актуальні питання з математичної фізики й математики. Цей семінар був одним із найбільш популярних у Харкові. Керівники математичних відділів були членами Президії Харківського математичного товариства. Вони спрямували свої зусилля на об'єднання інтелектуальних сил міста в галузі математики. У роботі товариства брали участь найвпливовіші математики країни [249, арк. 16; 213, арк. 24].

Відповідно до постанови Президії АН УРСР 24 червня 1963 р. у ФТІНТ був організований та почав діяти на базі електронної обчислювальної машини (ЕОМ) М-20 обчислювальний центр під керівництвом К. В. Маслова (Додаток В. 6, В. 7).

Науковці інституту значну увагу приділяли розвитку та популяризації науки. Так з 1 грудня 1963 р. при обчислювальному центрі ФТІНТ був організований загальноміський постійно діючий семінар з обчислювальної математики для підвищення кваліфікації інженерів – співробітників обчислювальних центрів Харкова та інших міст України. Перше заняття відбулося 12 грудня 1963 р. за тематикою «Линейная алгебра и вычислительные методы алгебры». Лекція була підготовлена та прочитана канд.фіз.-матем.наук К. В. Масловим за темою «Загальні поняття лінійної алгебри». Подібні семінари дозволяли постійно підвищувати кваліфікацію та

отримувати нові знання. Ця форма роботи ФТІНТ знайшла підтримку з боку місцевих органів влади і керівництва підприємств та шкіл [213, арк. 37].

З 1975 р. у ФТІНТ видається науковий журнал «Фізика низких температур» російською та англійською («Low Temperature Physics») мовами, який входить до першої п'ятірки найпрестижніших фізичних журналів світу. На основі контент-аналізу цього друкованого органу нами виділено пріоритетні напрями досліджень вчених інституту (Додаток Ж).

З 1967 р. в Українському науково-дослідному інституті технології машинобудування (м. Дніпропетровськ) за допомогою керівників і співробітників ФТІНТ були організовані відділи спеціального вакуумного високотемпературного матеріалознавства, фізичних основ технології отримання металевих матеріалів, низькотемпературної напівпровідникової електроніки. Радою ФТІНТ надавалась постійна допомога, обговорювалися наукові тематики та перспективи створення і розвитку відділів, оснащення їх обладнанням, підбір та підготовка наукових кадрів [218, арк. 94–96].

Керівництвом інституту щорічно посилювалась робота з метою поліпшення підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів. З 1960 р. в інституті систематично працюють спеціалізована вчена рада та науково-технічна рада з проблеми «Фізика низьких температур і кріогенної техніки». На засіданнях вченої ради розглядалися науково-дослідні плани роботи інституту, проблеми виконання завдань і постанов директивних органів влади. У ФТІНТ досі працюють спеціалізовані вчені ради з фізики та математики, які приймають до захисту докторські та кандидатські дисертації з таких спеціальностей: фізика низьких температур, теоретична фізика, магнетизм, фізика твердого тіла, надпровідність, математичний аналіз, математична фізика, геометрія.

У перший рік заснування інституту (1960 р.) на навчання було прийнято 3 аспіранти, і ще 3 аспіранти перейшло з інституту математики АН України [255, арк. 13–14]. Динаміка роботи аспірантури ФТІНТ за період 1960–1991 рр. наведена в таблиці 2.1, яка створена автором на підставі архівних документів.

Наукова рада з присудження вчених ступенів була єдиною в Харкові в системі Академії наук, що брала до захисту одночасно кандидатські й докторські дисертації [216, арк. 48; 258, арк. 112; 267, арк. 15].

Таблиця 2.1

Робота аспірантури ФТІНТ у період (1960–1991 рр.) [205, арк. 15; 169, арк. 20; 170, арк. 32; 227, арк. 232; 172, арк. 49; 209, арк. 72; 174, арк. 97–98; 176, арк. 94; 177, арк. 116–117; 180, арк. 88–89; 210, арк. 76–77; 211, арк. 89; 212, арк. 90–91; 214, арк. 114–115; 226, арк. 116–118; 187, арк. 112; 219, арк. 91; 220, арк. 92–94; 192, арк. 132–134; 196, арк. 105–106; 198, арк. 123; 199, арк. 138; 200, арк. 106–107; 202, арк. 136–137; 201, арк. 42–44; 227, арк. 14–16; 228, арк. 19; 204, арк. 49–50]

Роки	1960– 1964	1965– 1969	1970– 1974	1975– 1979	1980– 1984	1985– 1991	Усього:
Зараховано до аспірантури	58	75	83	58	51	63	388

Таблиця 2.2

Робота кваліфікаційної ради із захисту кандидатських і докторських дисертацій (1960–1991 рр.) [227, арк. 60; 172, арк. 49; 174, арк. 96; 176, арк. 91; 177, арк. 113; 210, арк. 77; 211, арк. 86; 212, арк. 86; 214, арк. 112; 226, арк. 112; 221, арк. 87; 220, арк. 90; 192, арк. 129; 196, арк. 98; 200, арк. 100; 202, арк. 131; 227, арк. 65]

Роки	Захистило кандидатські дисертації	Захистило докторські дисертації
1960 – 1964	20	не було захистів
1965 – 1969	84	14
1970 – 1974	47	17
1975 – 1979	77	14
1980 – 1984	61	12
1985 – 1991	46	10
Усього:	335	67

Однією з форм роботи науковців ФТІНТ було встановлення зв'язків із вищими навчальними закладами з метою пошуку талановитих студентів, випускників, які в майбутньому могли б працювати в інституті. Також проводилося викладання базових курсів із фізики і математики та спецкурсів у вищих навчальних закладах Харкова, здійснювалось співробітництво з лабораторіями з різних науково-дослідних тематик, відкриття нових спеціальностей, обмін знаннями тощо.

Вивчення архівних документів ФТІНТ дало можливість зробити висновок, що з року в рік інститут посилював зв'язки з вищими навчальними закладами. Видатні вчені інституту читали спеціальні курси в інститутах Харкова, керували дипломними та дисертаційними роботами, брали участь у підготовці навчальних посібників і програм для студентів. Вченими були підготовлені навчальні посібники з фізики і математики для вузів: «Конспект лекцій по физике», «Лекции по магнетизму», «Лекции по высшей математике», «Лекции по основам геометрии» та ін. [319–330]. Так, наприклад, з перших днів організації ФТІНТ активно співпрацював з фізичним і механіко-математичним факультетами ХДУ, із кількома кафедрами ХПІ та ін. [147, арк. 78; 148, арк. 182; 149, арк. 114; 150, арк. 78; 151, арк. 57–58, 67, 79–80; 152, арк. 57; 153, арк. 7, 31–32, 34; 154, арк. 283; 155, арк. 232–233; 156, арк. 96; 157, арк. 96; 163, арк. 9; 164, арк. 121–133, 140–142; 219, арк. 68–70].

У Харківському державному університеті читали лекції вчені інституту: академіки АН України В. О. Марченко (на фізичному факультеті читав функціональний аналіз, математичний аналіз, теорію функцій та ін.), В. В. Єременко (на фізичному факультеті читав загальну фізику), д-ри фіз.-мат. наук – Б. Я. Сухаревський, В. І. Пересада, В. І. Старцев, Б. Я. Левін, В. Г. Піщанський, Є. Я. Хруслов, Б. Н. Єсельсон, Л. І. Ронкін, канд. фіз.-мат. наук В. В. Маслов, Л. Ф. Білоус, Г. С. Никольсон, Г. М. Майстровській, І. А. Сербін, В. П. Галайко, В. М. Дмитрієв, Г. Г. Білицький, І. Є. Овчаренко та інші [67, с. 37–38]. У Харківському політехнічному інституті лекції читали академіки А. І. Звягін, І. М. Дмитренко, І. О. Кулік, Б. І. Веркін,

А. В. Свідзинський, Л. С. Кукушкін, А. Г. Подільський, С. А. Михайленко, А. А. Гуслаков та О. І. Ахієзер, І. М. Глазман, Б. М. Єсельсон, Ф. Ф. Менде, С. О. Михайленко, М. П. Четаєв [210, арк. 76–77, 82; 211, арк. 45; 269, арк. 56; 275, арк. 51; 276, арк. 7; 277, арк. 19; 278, арк. 3]. У Харківському інженерно-економічному інституті читали лекції канд. фіз.-мат. наук А. І. Кононенко та інші. У Харківському інституті радіоелектроніки – канд. фіз.-мат. наук В. І. Сохан, у Харківському авіаційному інституті – професор А. Д. Мишкіс та інші. Всього педагогічною діяльністю за сумісництвом займалося близько 50 вчених ФТІНТ [219, арк. 114–115]. Студенти різних спеціальностей вузів Харкова, Дніпропетровського, Ростовського, Чернівецького університетів, Одеського технологічного інституту проходили практику й виконували дипломні роботи у різних відділах інституту. Динаміка цього процесу наведена в таблиці 2.3, яка створена автором на підставі архівних документів [219, арк. 114–115].

Таблиця 2.3

Динаміка проходження курсової та переддипломної практики у ФТІНТ у період 1960–1991 рр. [148, арк. 37; 227, арк. 69; 209, арк. 55; 174, арк. 74; 176, арк. 79; 175, арк. 85; 181, арк. 89; 210, арк. 48; 211, арк. 48; 212, арк. 57; 214, арк. 91; 226, арк. 85; 187, арк. 37, 79; 219, арк. 58; 220, арк. 61; 192, арк. 95; 196, арк. 71; 198, арк. 87; 199, арк. 76; 200, арк. 67; 202, арк. 92; 203, арк. 51; 218, арк. 24; 206, арк. 50]

Роки	Кількість студентів, що проходили курсону практику	Кількість студентів, що проходили переддипломну практику
1960 – 1964	34	19
1965 – 1969	394	28
1970 – 1974	356	416
1975 – 1979	398	461
1980 – 1984	670	692
1985 – 1989	517	386
Усього:	2369	2002

Дипломні роботи, що виконували студенти, були тісно пов'язані з науково-дослідною тематикою відділів. У проектах дипломників, які були прикріплені до відділу № 18, досліджувались нуклеїнові кислоти та

біополімери. Дипломні роботи, виконані у відділі № 9, були присвячені вивченню теплового розширення твердого неону. Студент старшого курсу ХДУ виконав роботу у відділі № 3, на базі якого досліджувалися процеси розсіяння електронів провідності в металах методом вимірювання їх електроопору. Також у відділі № 26 старшокурсники – дипломники ХПІ – безпосередньо брали участь у розробці спеціалізованих зовнішніх пристроїв ЕОМ, у відділі № 75 працювали над вирішенням завдання – розробка обмотки якоря генератора, що охолоджується парами рідкого азоту [134, с. 120; 256, арк. 38–52].

Студенти іншого навчального закладу, Харківського авіаційного інституту, виконали у відділі № 72 дипломні проекти з розрахунку та розробки ряду варіантів вузлів кріотурбогенераторів (Додаток Є. 6). У відділі № 3 студент з Харківського інституту радіоелектроніки у відділі № 67 виконав дипломну роботу «Установки для дослідження фізичних властивостей надпровідників». Студенти фізико-технічного факультету ХПІ виконали дипломні роботи у відділі № 20 за темою «Динамічні характеристики поверхневих атомів при низьких температурах» і «Структурні дослідження отверділих газів». У відділі № 18 пройшли апробацію такі дипломні роботи: «Спектри збудження люмінесценції основ нуклеїнових кислот», «Вивчення іонів двохвалентних металів з молекулами ДНК-розчину», «Вплив катехоламінів на зв'язування білків у хроматині» та інші [258, арк. 80–91].

Отже, студенти, які продемонстрували високий рівень знань, експериментальні навички, мали можливість бути зарахованими у відділи на півставки інженера або продовжити у майбутньому наукову діяльність в аспірантурі інституту. Студенти вищих навчальних закладів Харкова та інших міст брали участь у виконанні спільних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт. Усе це дозволяло студентам-дипломникам отримати досвід, поліпшити своє матеріальне становище й у майбутньому прийти на роботу до ФТІНТ. Так, наприклад, у 1983 р. 23 студенти прийнято на роботу у ФТІНТ [243, арк. 75].

Інститут приділяв багато уваги роботі з творчою молоддю з вищих навчальних закладів різних регіонів країни. Зокрема, у 1983 р. з 70 договорів, укладених ФТІНТ, 18 виконувалися спільно з вищими навчальними закладами країни, у тому числі з університетами: Київським, Львівським, Сімферопольським, Карагандинським, Єреванським, Таджикицьким, а також із Красноярським державним педагогічним інститутом та ін. [243, арк. 67].

Фізико-технічний факультет ХПІ розвивався в тісному взаємозв'язку з ФТІНТ, який забезпечував наукову базу для відкриття нових спеціальностей. Науковці брали участь у навчальному процесі з відповідних дисциплін. У 1977 р. на фізико-технічному факультеті з метою поліпшення якості підготовки фахівців у галузі кріогенної техніки створена кафедра «Технічна кріофізика». Для більш ефективної роботи фізико-технічного факультету та нової на той час спеціальності читання лекцій із фундаментальних дисциплін в ХПІ за сумісництвом здійснювали вчені та провідні фахівці ФТІНТ. Наприклад, Н. І. Ахієзер читав курс вищої математики та математичної фізики, І. М. Глазман – вищу математику, Б. М. Єсельсон – експериментальну фізику, Б. І. Веркін – курс загальної фізики, також у ХПІ працювали Ф. Ф. Менде, С. О. Михайленко, М. П. Четаєв, І. О. Кулік, І. М. Звягін [130, с. 67; 210, арк. 76–77; 279, арк. 54].

Застосування низьких температур у біології та медицині привело до утворення нового наукового напрямку. Вперше в Україні у 1972 р. за ініціативою та участю ФТІНТ у Харкові створений ІПКіК. Тематикою нового інституту були такі проблеми: фундаментальні експериментальні та теоретичні дослідження явищ і процесів, що відбуваються при глибокому охолодженні. Основні напрями науково-дослідної роботи обговорювалися вченою радою ФТІНТ, що надавав допомогу новоствореній установі [254, арк. 71, 74].

Середина 70-х рр. ХХ ст. характеризувалася високим зростанням інтересу до досліджень у галузі біофізики та впровадженням біофізичних методів у медицину. Поряд з цим виникла проблема поліпшення підготовки кадрів, тому за активної підтримки Б. І. Веркіна в ХДУ організовано нову спеціальність

«біофізика». Як наслідок, у 1978 р. на радіофізичному факультеті створено кафедру біофізики. Фахівцями ФТІНТ надавалася допомога безпосередньо у створенні та подальшій роботі нової кафедри. Вченими інституту розроблялися стандартні курси, наприклад, біофізика та біохімія. Науковці готували методичні розробки, створили значну базу науково-методичної літератури та читали лекції зі спеціальних курсів: кріобіофізика, фізика біополімерів, методи фізичних вимірювань у біології та інші. Студентам кафедри надавалася допомога у написанні курсових та дипломних робіт в установах відповідного профілю [89, с. 90; 133, с. 194].

Окрім співпраці з вищими навчальними закладами, вчені інституту займалися проблемами освітніх установ. Деякі науковці, з метою покращення викладання математики і фізики, підготували нові підручники, методичну літературу. Так, наприклад, у 1980 р. О. В. Погорєловим написано підручник «Геометрія. 6–10 клас. Експериментальний посібник для учнів загальноосвітньої школи», пізніше виданий у Києві [236, арк. 106]. Після апробації та використання в навчальному процесі даний підручник протягом наступних двох років був упроваджений у навчальний процес, поширився та випускався видавництвом «Наукова думка» в Києві під назвою «Геометрія 6–10 клас» і в Москві видавництвом «Просвіта» [242, арк. 101, 243–244]. У зв'язку з впровадженням у середню школу даного підручника з геометрії, працівники відділу геометрії ФТІНТ постійно проводили читання лекцій, семінарів для вчителів на курсах підвищення кваліфікації та педагогічної майстерності, а також додатково почали публікувати нову методичну літературу [244, арк. 67].

Вчені ФТІНТ приділяли значну увагу розвитку та посиленню інтересу до кріофізики. За ініціативи ФТІНТ у внз були організовані нові кафедри. Видатні вчені інституту читали спеціальні курси в інститутах Харкова, брали участь у підготовці навчальних посібників і програм для студентів. Студенти фізичних спеціальностей Харківського та інших університетів мали можливість проходження стажування у лабораторіях ФТІНТ. Керівництвом інституту щорічно посилювалася робота з метою поліпшення підготовки наукових та

науково-педагогічних кадрів. З моменту заснування в інституті працювала аспірантура та спеціалізовані вчені ради із захисту кандидатських та докторських дисертацій.

Висновки до розділу:

У другому розділі розкрито історичні передумови започаткування досліджень в галузі кріофізики та інституціоналізацію наукових досліджень в Україні, охарактеризовано специфіку формування наукових напрямів. Висвітлено закономірності розвитку кріофізики в світі. Встановлено, що з другої половини XIX до першої половини XX ст. єдиним центром, де проводилися дослідження у галузі низьких температур, була Лейденська лабораторія, де у 1908 р. Г. Камерлінгу-Оннесу вдалось вперше в світі отримати зріджений гелій та у 1911 р. – відкрити явище надпровідності. Важливим кроком у подальшому розвитку досліджень у галузі кріофізики стає заснування у 1931 р. в УФТІ кріогенної лабораторії під керівництвом Л. В. Шубнікова та у 1935 р. – ІФП керівництвом П. Л. Капіци. У 1937 р. П. Л. Капіцею вперше виявлено явище надтекучості рідкого гелію. Піонерські дослідження науковців в галузі низькотемпературної фізики залишаються актуальними й тепер та є підґрунтям наукових розробок на сучасному етапі.

На основі узагальнення ключових фактів та важливих подій обґрунтовано певну періодичність в становленні та розвитку галузі. Встановлено, що визначальною тенденцією розвитку фізики низьких температур було створення вузькогалузевих дослідних лабораторій та інститутів, що дало змогу поглибити науково-дослідну роботу. Визначено, що перша кріогенна лабораторія в СРСР та четверта у світі була організована в УФТІ І. В. Обреїмовим. Згодом її очолив Л. В. Шубніков. УФТІ став базою для розгортання наукових досліджень з кріофізики в Україні. За допомогою УФТІ у 1954 р. була організована кріогенна лабораторія в Київському інституті фізики. Наприкінці 50-х рр. XX ст. фізична

наука розвивалась досить динамічно, зокрема галузь фізики низьких температур відіграла значну роль у науково-технічному прогресі країни. Актуальними питаннями були дослідження і освоєння космічного простору, конструювання ракет, ракетопланів, керованих снарядів та іншої космічної техніки, а також механізмів та приладів для них. Ці завдання пов'язувалися з тим, що космічні літальні пристрої та матеріали, з яких вони виготовлені, повинні працювати в середовищі, що радикально відрізняється від земного за своїми фізичними характеристиками. Відповідно до перспективних планів розвитку науки АН СРСР і АН України, за Постановою Ради Міністрів від 13 травня 1960 р. прийнято рішення про створення ФТІНТ у Харкові для проведення перспективних наукових досліджень у галузі кріофізики та вирішення практичних завдань господарського комплексу країни. Перед керівництвом ФТІНТ поставили пріоритетні завдання: експериментальні та теоретичні дослідження в галузі радіоспектроскопії твердих тіл під дією низьких температур; дослідження явищ низькотемпературного магнетизму, надпровідності, пластичності та міцності кристалів; вивчення фізичних властивостей зріджених газів та їх сумішей.

Встановлено, що для теоретичної й експериментальної розробки проблем фізики твердого тіла та забезпечення подальшого технічного прогресу в металургійній, вугільній, машинобудівній промисловості Донбасу у 1965 р. в ДонФТІ. З'ясовано, що тісна співпраця з ФТІНТ дала можливість науковцям інституту в короткий термін освоїти отримання кріогенних рідин, що дозволило ДонФТІ проводити дослідження в галузі твердого тіла і комплексні дослідження речовини в екстремальних умовах (низькі температури, високий тиск, сильні магнітні поля тощо). У 1967 р. при Харківському університеті на фізичному факультеті для інтенсифікації наукових досліджень в галузі низькотемпературної фізики починає працювати кріогенна лабораторія зі своїм гелієм, створена В.Г. Хоткевичем. Кріогенна лабораторія є єдиною у вищих навчальних закладах України, яка забезпечує кріогенними рідинами навчальний процес і наукові дослідження в університеті.

На основі різнопланових джерел обґрунтовано, що відкриття нових явищ і початок фундаментальних розробок у галузі кріогенної фізики надали поштовх становленню нового напрямку – кріобіології та кріомедицині. Завдяки напрацюванням окремих винахідників: Б. Г. Лазарева, Б. І. Веркіна, М. С. Пушкаря, В. І. Гриценка та ін. у 1968 р. в Українському інституті удосконалення лікарів МОЗ СРСР на території Харківського обласного онкологічного диспансеру створено проблемну науково-дослідну лабораторію низькотемпературної консервації кісткового мозку і крові. Нами доведено, що розвитку нового напрямку сприяло створення на базі лабораторії ФТІНТ у 1972 р. ІПКіК НАН України. 22 червня 1994 р. в Міністерстві юстиції України була зареєстрована добровільна самоврядна громадська організація УТКіК, перший з'їзд якої відбувся в Харкові у 1995 р. (18–20 жовт.). У 1998 р. на базі ІПКіК за підтримки ЮНЕСКО створено єдину в світі Міжнародну кафедру кріобіології і кріомедицини.

Запорукою успіху інституту стала державна політика, яка стимулювала прискорений розвиток космічних досліджень. Імітація космічного простору, дослідження з вивчення властивостей металів відбуваються під впливом кріогенних температур. Але у той час важливі дослідження в цій галузі проводилися у лабораторіях, які мали незадовільну матеріально-технічну базу. Тому за ініціативою групи вчених з кріогенної лабораторії УФТІ запропоновано організацію спеціалізованого інституту для здійснення перспективних наукових досліджень у галузі кріофізики та вирішення практичних завдань народногосподарського комплексу країни. На підставі вивчення документальних матеріалів виявлено та охарактеризовано особливості організації ФТІНТ, забезпечення його матеріально-технічної бази, формування наукового складу. Проаналізовано процес структуризації інституту за актуальними напрямками досліджень.

Проведений нами аналіз дав змогу виділити три періоди у діяльності ФТІНТ. Обґрунтовано, що перші наукові досягнення вчених з'являються вже на початковому етапі роботи інституту. У 60–70-ті рр. ХХ ст. інститут отримав

наукове визнання завдяки експериментальним та теоретичним науковим досягненням у галузі фізики надпровідності, нормальних металів, магнетизму, кріокристалів, рідкого та твердого гелію та галузі фундаментальної і прикладної математики. Наступний етап у розвитку наукових досліджень у галузі кріофізики пов'язаний з відкриттям К. Мюллером та Г. Беднорцем у 1986 р. явища високотемпературної надпровідності (ВТНП). Це стало підґрунтям для початку розвитку у ФТІНТ досліджень в галузі фізики ВТНП. За результатами дослідження встановлено, що в цей період науковці інституту досягають значних успіхів в роботі зі створення пристроїв надпровідної електроніки з рекордними рівнями чутливості та стабільності. У ФТІНТ розширилось коло досліджень з вивчення фізичних властивостей гелію в області від низьких температур до одиниць мількельвіна. Наукові пошуки у галузі кріофізики в Україні з 1991 р. до сьогодення спрямувалися на створення кріохірургічних апаратів, ВТНП на основі заліза, розробку пластмасових осциляторів багатofункціонального призначення та ін.

Розкрито та узагальнено відомості про науково-дослідну діяльність ФТІНТ та наукові школи, які сформувались в інституті. Показано їх вплив на подальший розвиток фізики низьких температур. Діяльність вчених інституту була спрямована на отримання нових знань у галузі кріофізики та важливих результатів, які у значній мірі впроваджувалися у різні галузі виробництва. Засади існування наукових шкіл у ФТІНТ закладені ще з початку його організації, коли почав формуватися науковий колектив інституту. Новатором, науковим лідером ФТІНТ, був його засновник та перший директор Б.І. Веркін. Зусиллями вченого створена наукова школа кріогенної фізики, яка зберігала наукові традиції, що були закладені Л. В. Шубніковим. До складу наукової школи Б. І. Веркіна належать: 2 академіки, 3 члени-кореспонденти НАН України, понад 15 професорів та кандидатів наук. На підставі вивчення монографічних праць науковців нами встановлено, що дослідження вчених цієї школи охоплювали широкий спектр фундаментальних і науково-прикладних напрямів (електронні властивості нормальних металів, фундаментальна

прикладна надпровідність, ВТСП, процеси переносу в матеріалах і системах, структура і механічні властивості матеріалів при низьких температурах, властивості кріогенних кристалів і рідин, молекулярна біофізика, фізика і техніка наднизьких температур). Значна кількість наукових досліджень мала практичну значущість. Так, для імітації космічного оточення та випромінювання сформульовані фізичні основи лабораторного моделювання умов космічного простору та спроектовані високовакуумні камери, на базі яких проводились комплексні дослідження конструкційних матеріалів при впливі низьких температур та космічних умов. У 1973 р. за дослідження та розробки науковців ФТІНТ на чолі з Б.І. Веркіним присуджена Державна премія УРСР. Науковцями створений комплексний імітатор, який призначений для дослідження властивостей матеріалів і покриттів під впливом основних факторів космічного простору. Нині модифікатор використовується в інтересах Національного космічного агентства України, його модифіковані варіанти працюють в інституті німецького аерокосмічного агентства і в Харбінському політехнічному інституті в Китаї. Також потрібно зазначити, що у 1974 р. І.К. Янсоном, спільно зі співробітниками, було відкрито новий метод мікроконтактної спектроскопії, який зараз широко застосовується у провідних світових лабораторіях для дослідження взаємодії електронів провідності з різними типами квазічастинок збуджень у металах і сплавах. У 1987 р. за відкриття і розробку даного методу вчений був нагороджений премією Hewlett-Packard Європейського фізичного товариства.

У ФТІНТ працювало багато видатних вчених, серед них відомий фізик, фундатор наукової школи у галузі магнітооптичних досліджень (2 члени-кореспонденти НАНУ, 12 докторів наук, більш ніж 50 кандидатів наук), академік В.В. Єременко. Коло його наукових інтересів охоплювало: дослідження з вивчення магнітоупорядкованих кристалів, фазових перетворень у феромагнетиках, надпровідниках, екситонних процесів в антиферомагнітних, молекулярних та напівпровідникових кристалах. У 1963 р. В.В. Єременком та А. І. Беляєвою експериментально виявлено екситонмагнітні взаємодії у

формуванні спектра поглинання кристалу антиферромагнетика. Наступного року науковцем у співавторстві Ю.А. Попковим було встановлено безпосередній вплив магнітної структури на формування оптичного спектра. У 1970 р. В.В. Єременком та С.П. Новіковим знайдено одночасну ідентифікацію давидівського розщеплення екситонної лінії оптичного кристала.

Від початку організації інституту сформовано декілька математичних відділів, що одразу стало показником тісного зв'язку математики як з теоретичними, так і з експериментальними дослідженнями фізиків. У 80-х рр. ХХ ст. для отримання нового статусу прийнято рішення про офіційне оформлення у ФТІНТ математичного відділення, в якому об'єдналися всі математичні відділи. Нами виділено такі основні напрями діяльності відділів: дослідження з теорії поверхонь, зокрема з теорії пружних оболонок; розвиток сучасних методів функціонального аналізу та теорії функцій; спектральна теорія операторів; теорія обчислювальних процесів, розробка обчислювальних алгоритмів, програмування і машинна реалізація рішень прикладних задач. Результати досліджень вчених знайшли прикладне застосування у нових методах штампування великогабаритних деталей та ін. У першій половині 60-х рр. ХХ ст. В.О. Марченка було нагороджено Ленінською премією за визначну наукову працю «Обратная задача спектрального анализа дифференциальных операторов», а саме дослідження стійкості розв'язання зворотної задачі теорії розсіювання і дифракції у хвилеподібних системах. У 1990 р. йому присуджена Філдсовська премія за низку важливих робіт із загальної теорії систем, що інтегруються, завдяки яким закладено основи теорії квантових груп.

З моменту заснування в інституті працювала аспірантура та спеціалізовані вчені ради із захисту кандидатських та докторських дисертацій. Залучення та вивчення архівних документів показало, що найбільше захистів кандидатських та докторських дисертацій прийшлись на роки з 1975-го до 1979-го: за цей період захищено 77 кандидатських дисертацій і 12 докторських.

Базуючись на аналізі архівних документах ФТІНТ, можна зробити висновок, що з року в рік інститут посилював зв'язки з вищими навчальними

зкладами. Провідні вчені інституту викладали спеціальні курси в ХДУ, ХПІ, ХІЕІ, ХІРЕ, керували дипломними та дисертаційними роботами, брали участь у підготовці навчальних посібників та програм для студентів. Студенти фізичних спеціальностей вишів Харкова, а також Дніпропетровського, Ростовського, Чернівецького університетів, Одеського технологічного інституту проходили практику і виконували дипломні роботи у відділах інституту. Вивчення динаміки проходження курсової на переддипломній практиці дало змогу показати, що з кожним роком інтерес до вивчення низькотемпературної фізики посилювався. Так, наприклад, за період 1965–1969 рр. переддипломну практику пройшли 394 студента, а за 1980–1984 рр. – 670 студентів; дипломні роботи за 1965–1969 рр. виконало 28 студентів, за 1980–1984 рр. – 692. За ініціативою науковців ФТІНТ у вищих навчальних закладах організовані нові кафедри: у 1977 р. у ХПІ на фізико-технічному факультеті створено кафедру технічної кріофізики; у 1978 р. в ХДУ на радіофізичному факультеті – кафедру біофізики. Вчені інституту долучалися до навчально-методичної роботи, зокрема О. В. Погореловим для учнів загальноосвітньої школи написано підручник «Геометрія. 6–10 клас». У зв'язку із впровадженням у середню школу даного підручника, працівники відділу геометрії ФТІНТ системно проводили читання лекцій, семінарів для вчителів на курсах підвищення кваліфікації та педагогічної майстерності.

РОЗДІЛ 3

СПІВРОБІТНИЦТВО ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР З НАУКОВИМИ УСТАНОВАМИ, ПІДПРИЄМСТВАМИ

Розвиток жодної галузі науки у розв'язанні фундаментальних питань, підвищенні ефективності наукових досліджень та прискорення впровадження їх результатів у народне господарство не може повноцінно існувати й розвиватися без науково-технічного співробітництва та підтримки з боку виробництва. Тому одним із найважливіших напрямів діяльності співробітників ФТІНТ у досліджуваний період була співпраця з науково-дослідними установами та промисловими підприємствами країни.

ФТІНТ, створений наприкінці 50-х рр. ХХ ст., сприяв успішному вирішенню науково-технічних та виробничих завдань у багатьох галузях промисловості, наприклад, створення нової кріогенної техніки, апробація результатів досліджень у промисловості, сільському господарстві, медицині тощо. Інститут мав широкі постійні зв'язки з багатьма науково-дослідними установами АН СРСР, такими як: Інститут фізичних проблем (м. Москва), Фізико-технічний інститут (м. Харків), Інститут напівпровідників (м. Ленінград), Інститут фізики металів (м. Свердловськ), Фізико-технічний інститут (м. Казань) та іншими. А також із такими науково-дослідними установами АН УРСР, як: Інститут радіофізики та електроніки (м. Харків), Інститут електрозварювання ім. Патона, Інститут металофізики, Інститут проблем матеріалознавства, Інститут органічної та неорганічної хімії, Інститут механіки (м. Київ) та ін., так само з багатьма підприємствами, проектними та конструкторськими організаціями, вищими навчальними закладами України та республік колишнього СРСР. Міцні зв'язки, встановлені інститутом із різними установами наукового профілю, а також із підприємствами з метою виконання і реалізації на практиці результатів досліджень науковців, характеризувались спільним виконанням різного роду науково-дослідних і дослідно-

конструкторських робіт, наданням консультативної наукової та технічної допомоги, проведенням консультацій для інженерно-технічного складу потужних підприємств різних галузей народногосподарського комплексу [219, арк. 68–70; 253, арк. 49].

Певну користь у підвищенні ефективності наукових досліджень та прискоренні впровадження результатів у народне господарство надавав розвиток угоди договорів про науково-технічне співробітництво. Більшість господарських робіт відповідали науковій спрямованості інституту та були складовими частинами наукових тематик [118, с. 17; 263, арк. 72–74; 127, с. 208]. Тематика договорів ФТІНТ повністю відповідала дослідженням, що були пов'язані із завданнями народногосподарського плану. У них були передбачені роботи із надпровідного електромашинобудування, геологорозвідки, медицини, біології, кріогенної техніки, матеріалознавства. Роботи проводилися за календарним планом, що було складовою частиною договору [225, арк. 81–82].

Таблиця 3.1.

Динаміка виконання договорів інститутом

[170, арк. 32; 227, арк. 54; 209, арк. 50; 174, арк. 66; 176, арк. 67; 177, арк. 76; 181, арк. 62; 182, арк. 78; 210, арк. 42; 211, арк. 40; 212, арк. 39; 213, арк. 81; 226, арк. 72; 187, арк. 65; 219, арк. 45; 211, арк. 47; 192, арк. 89; 196, арк. 65; 198, арк. 81; 199, арк. 60; 200, арк. 55; 202, арк. 86; 203, арк. 35; 229, арк. 48; 204, арк. 17]

Роки	Виконання договорів інститутом	
	Кількість договорів	Сума виконаних договорів, тис. крб.
1960–1965	45	1282,50
1966–1970	94	4574,90
1970–1975	106	5429,80
1976–1980	немає даних	30528,20
1981–1985	71	37243,21
1986–1991	283	11899,00
Усього:	599	90957,61

Динаміка зростання замовлень інституту з року заснування до 1991 р. відображена в таблиці 3.1. Аналіз таблиці дозволяє зробити висновки, що протягом досліджуваного періоду спостерігається невинне зростання кількості договорів інституту за господарською тематикою та як наслідок – зміцнення зв'язку науки з виробництвом. На жаль, не була знайдена інформація з приводу сум виконаних договорів за 1961–1963 рр., 1965 р., 1986 р., 1990–1991 рр. і кількості договорів за роками 1961–1963 рр., 1965–1966 рр., 1968–1969 р., 1972–1973 рр., 1975–1982 рр., 1990–1991 рр. Але та інформація, яка була знайдена автором і проаналізована, дозволяє зробити оцінку результативності інституту щодо виконання народногосподарських завдань.

Серед робіт, які виконувались у ФТІНТ, були роботи переважно з підприємствами Харкова та області. Згідно з узагальненням архівних документів, можна зробити висновок, що найбільший обсяг робіт виконувався науковцями інституту для підприємств та організацій Міністерства загального машинобудування, хімічного й нафтового машинобудування, електротехнічної промисловості тощо. У господарській тематиці значне місце займали роботи з дослідження фізики надпровідників та практичного використання надпровідності в електриці, вимірювальному приладобудуванні та електроприладобудуванні [231, арк. 70–71].

У структурі ФТІНТ із моменту заснування був передбачений математичний сектор, вчені якого ефективно працювали для допомоги фізичній науці і прискорення темпів розвитку економічного сектора країни. Одним із напрямків розвитку, пов'язаним із діяльністю математичного сектору, був відділ прикладної математики, завідувачим якого був професор А. Д. Мишкіс. Так наприкінці 60-х рр. XX ст. вчений спільно з працівниками обчислювального центру Латвійського державного університету, Московського університету дружби народів ім. П. Лумумби, Ризького політехнічного інституту повністю завершили роботу за темою: «Математическое изучение процессов, происходящих в системах с конечным числом степеней свободы и в сплошных средах». У результаті спільної роботи дослідниками вперше було

виявлено нові математичні закономірності, які знайшли своє використання в теорії диференціальних рівнянь, теорії стійкості механічних систем, у задачах гідродинаміки та інших суміжних областях [218, арк. 73; 219, арк. 58].

Відділ обчислювальної математики активно співпрацював із народногосподарським комплексом країни. Працівниками цього відділу виконувалося така тема: «Математичне моделювання психічної діяльності людини». Цей проект був здійснений спільно зі співробітниками ІРЕ та за підтримки Харківського НДІ неврології та психіатрії. Досліджувана тема привела до виявлення деяких закономірностей порушення регуляції складних церебральних систем при пухлинних та інших ураженнях медіобазальних та дієнцефальних стовбурових відділів мозку [221, арк. 78–88].

За період 1971–1975 рр. науковці ФТІНТ виконали близько 17-ти спільних робіт із науковими установами країни та союзних республік. Наприклад, спільно з дослідниками Інституту молекулярної біології АН СРСР та Інституту кристалографії АН СРСР виконана комплексна тема «Структурные и спектральные исследования фазовых переходов в кристаллах нуклеиновых кислот и их компонентов». Також науковці ФТІНТ проводили комплексне дослідження з метою виявлення поведінки матеріалів в умовах космічного вакууму та впливу наднизьких температур, вивчення атомних характеристик матеріалів, фрикційних властивостей та випробовування на міцність. Спільно з ученими інших інститутів було проведено 5 конференцій, підготовлено 5 монографій. Зокрема, з ученими Державного науково-дослідного інституту машинобудування АН СРСР надруковано монографію: І. В. Крагельський (Інститут машинознавства ім. А. А. Благонравова Російської академії наук), І. М. Любарський (ФТІНТ) «Структурные преобразования при трении фрикционных материалов» [258, арк. 61].

Завдяки вивченню архівних документів нами зроблено висновки, що науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи в середині 70-х рр. ХХ ст. мали велике наукове та народногосподарське значення. Більшість виконаних договірних робіт знайшли реалізацію в практичній сфері в багатьох галузях

промисловості. Роботи, які мали найбільший економічний ефект від впровадження: розробка високочастотного джерела протонів для прискорення «ПЕІ-2», який впроваджений у Державному оптичному інституті ім. С. І. Вавилова (м. Ленінград), економічний ефект становив 797,4 тис. крб. У Харківському радіотехнічному інституті АН УРСР знайшов своє застосування термодіод на основі арсеніду гелію з річним економічним ефектом 492,5 тис. крб. Кріостат (КТ-12) на отверділих газах для охолодження радіоелектронної апаратури, який відрізняється від раніше створених у країні великим ресурсом робіт. Більшість господарських договірних робіт відповідали науковій спрямованості інституту [256, арк. 38–52].

3.1. Здобутки науковців ФТІНТ у галузі кріобіології та кріомедицини

Швидкий розвиток кріохірургії став можливим у результаті створення сучасної кріогенної апаратури для кріодеструкції тканин і різних новоутворень у людини. З моменту створення інституту активно розвивався цей напрям робіт. Ученими проводилися розробки та виготовлялися дослідні зразки кріомедицинських інструментів. Ці проекти виконувалися спільно з колективами Харківського медичного інституту, Центральної психоневрологічної лікарні, 5-го дермато-венерологічного диспансеру, НДІ неврології та психіатрії, Харківського НДІ загальної та невідкладної хірургії та ін. Однією з перспективних областей застосування низьких температур у медицині була розробка методів кріохірургії, що спрощують найскладніші хірургічні операції, роблять їх безкровними та надійними. Методи кріохірургії, що були розроблені вченими інституту, ефективно використовувались у стоматології і офтальмології. Особливо важливе місце належало нейрохірургії, урології та гінекології [126, с. 299; 262, арк. 23–26; 383, с. 3; 386, с. 2; 388, с. 4].

Майже десять років, з часу створення інституту, група харківських медиків, очолювана проректором Інституту удосконалення лікарів професором М. С. Пушкарем, разом із співробітниками Харківського інституту загальної та

невідкладної хірургії і провідними науковцями ФТІНТ займалася проблемою забезпечення збереження та функціонування кісткового мозку поза людиною. Завдяки проведенню великої кількості експериментів вчені дійшли до висновку про необхідність використання низьких температур для консервування кісткового мозку.

Разом із співробітниками Інституту переливання крові та невідкладної хірургії проводилися дослідження зі створення методу тривалого зберігання компонентів крові. Основними виконавцями були науковці В. Г. Манжелій, А. М. Воротилін, Р. Е. Поправка, В. П. Кучнєв. Якщо раніше вважалося, що зберігання консервованої крові при позитивних температурах можливе не більше одного дня, то на основі досліджень були розроблені спеціальні технології та прилади для програмного глибокого охолодження до температури рідкого азоту (мінус 196 градусів за шкалою Цельсія), що дозволило впровадити в практику метод для трансплантації крові, кісткового мозку і шкіри. Після проведення тривалих досліджень із проблем заморожування еритроцитів у різних консервантах і випробування близько 50 консервантів, ученими був обраний консервант, що дає мінімальний гемоліз (близько 3–5%) еритроцитів при заморожуванні та відігріванні. Також визначено режими заморожування й відігрівання малих кількостей еритроцитів [250, арк. 8–13; 251, арк. 2, 29–30; 252, арк. 29–32; 219, арк. 68–70; 355, с. 2; 356, с. 3].

Паралельно з цим науковцями розроблено практичний, зручний та економічний метод прискорення стерилізації пластикових мішечків для зберігання крові під тиском за допомогою суміші водяної пари з повітрям. Цей метод застосовувався на обласних станціях заготівлі крові та в інститутах переливання крові в системі Міністерства охорони здоров'я (МОЗ) [229, арк. 14]. На розроблений метод було подано заявку до Комітету у справах винаходів при Раді Міністрів СРСР.

З 1966 р. в обласному онкологічному диспансері успішно використовувалась установка для створення запасів кісткового мозку, що дозволило докорінно поліпшити такі тяжкі хвороби, як радіаційне опромінення

та інші. У 1969 р. відбулася презентація нового приладу на міжнародному симпозіумі «Служба крові» у Москві, де вчені продемонстрували роботу приладу, що отримав диплом другого ступеня в галузі кріомедицини [358, с. 4; 221, арк. 74–80].

Протягом 1971 р. у Харкові завдяки розробкам учених ФТІНТ за підтримкою лікарів зроблено понад 300 операцій із пересаджень кісткового мозку, який тривало зберігається при температурі рідкого азоту, виконано багато пересаджень шкіри та суглобів хворим у лікарнях [357, с. 3].

Спільно з лікарями медичних закладів Харкова за затвердженими медико-технічними вимогами МОЗ співробітники ФТІНТ розробили експериментальні зразки кріохірургічних і кріотерапевтичних інструментів (Додаток Д. 12, Д. 13), до переваг яких належать безболісність, безкровність, відсутність рецидиву, скорочення тривалості лікування, тобто використання низьких температур у багатьох випадках замінило скальпель [356, с. 4; 359, с. 3; 361, с. 2; 365, с. 2].

Наприклад, на початку 80-х рр. ХХ ст. фахівцями ФТІНТ розроблено й сконструйовано унікальну кріогенну установку зі змінними офтальмологічними інструментами. Цей апарат можна застосовувати там, де неможливе використання хірургічного скальпелю. Значною перевагою цієї установки було не тільки те, що вона швидко охолоджувала, а й розморожувала оперовану ділянку тіла. Все це було винятково важливо під час проведення тонких маніпуляцій, таких як лікування різних хвороб ока (глаукоми, катаракти та ін.) [366, с. 2; 367, с. 4; 370, с. 2; 374, с. 3].

Необхідно відзначити й інший напрям розробок у галузі медицини. Колективом співробітників інституту під керівництвом Б. І. Веркіна та групою медиків, яку очолював завідуючий кафедрою терапевтичної стоматології Українського інституту удосконалення лікарів В. О. Нікітін, розроблено прилад для лікування зубів та порожнини рота за допомогою холоду. Головною перевагою принципово нового приладу було те, що операція тривала кілька секунд і полягала в тому, що на уражене місце вистрілює надзвичайно тоненький струмочок газу з температурою мінус 196 градусів за Цельсієм. Так

через 10÷30 секунд уражене місце заморожується до температур 130÷150 градусів нижче нуля, а потім поступово відтає. Протягом 6 днів відмерлі тканини відторгалися і приблизно через два тижні настає одужування. Комітетом із нової медичної техніки Міністерства охорони здоров'я було затверджено виготовлену апаратуру для випробовувань у провідних лікувальних закладах Харкова, Москви і Києва та рекомендовано до промислового виробництва [168, арк. 99; 374, с. 3]. Вже у середині 80-х рр. XX ст. із впровадженням стоматологічного електродіагностичного апарату «СЭДА-1» та стоматологічного кріотерапевтичного апарату АСК-6 в Інституті удосконалення лікарів річний економічний ефект від використання цих двох апаратів склав 78, 66 тис. крб. [259, арк. 10–12].

Серед завершених та впроваджених науково-технічних розробок 1984 р. значний ефект мало використання чотириканального електронного термометра в клінічній практиці. Ця розробка була запроваджена в 2-й клінічній лікарні Харкова та Інституті вдосконалення лікарів МОЗ СРСР зі значним економічним ефектом, що дозволило підвищити ефективність упровадження в лікувальний процес і одужання хворих [244, арк. 55–67].

У 1986 р. науковцями інституту розроблена й апробована дослідна партія нового типу апаратів ультрафіолетового опромінювання крові в медицині та ветеринарії. Ці апарати використовувалися для комплексного лікування захворювань серцево-судинної системи, у гінекології тощо. Новинка, створена фахівцями інституту низьких температур, значно виграла в порівнянні з аналогічними пристроями, розробленими за кордоном. Апарат ультрафіолетового опромінювання мав вагу трохи більше чотирьохсот грамів, за цим досягненням стояла кропітка та скрупульозна праця з вибору нових джерел випромінювання, яка проводилася доктором фізико-математичних наук І. Я. Фуголь і кандидатом фізико-математичних наук Е. Т. Верховцевим. Ще один важливий та цікавий прилад був сконструйований в інституті. Провідним інженером В. Я. Осиповим й інженером-конструктором першої категорії С. Н. Шнее розроблена оригінальна конструкція апарату, що дозволило значно

підвищити надійність і якість роботи [378, с. 4]. Ця оригінальна методика лікування за допомогою спеціальної лампи для ультрафіолетового опромінювання була запроваджена в обласній клінічній лікарні на кафедрі хвороб вуха, горла і носа [377, с. 1]. Цього ж року спільна робота вчених інституту та спеціалістів кафедри вдосконалення лікарів завершилася розробкою нових методів лікування алергічної нежиті та проведення малих операцій, зокрема, безболісного видалення частини мигдалини або поверхневого новоутворення. Апробовані методи почали постійно використовувати у повсякденній роботі 30-ї лікарні Харкова [379, с. 2].

ФТІНТ займав провідні позиції не тільки в Україні, але й у світі з розробки та виготовлення кріохірургічних інструментів й апаратів. В Україні над створенням і удосконаленням кріохірургічної апаратури працювали колективи Інституту фізичних проблем АН СРСР, Всесоюзного науково-дослідного та випробувального інституту АН УРСР. В Одеському технологічному інституті холодильної промисловості розроблений ряд фреонових і термоелектричних апаратів для кріохірургії.

Але провідним розробником був ФТІНТ, який спільно з кафедрою терапевтичної стоматології Українського інституту вдосконалення лікарів розробив ряд конкурентоспроможних кріохірургічних пристроїв та інструментів. Так, наприклад, ученими розроблені кріогенні прилади стоматологічного призначення, сутність яких полягала у створенні парорідинного струму азоту з температурою 77 градусів за шкалою Кельвіна, що повинен був спрямовуватися на тканини порожнини рота, які підлягають кріодеструкції. У відомих автономних азотних зрошувачів, що випускались англійською фірмою «Fligitrionics Incorporated», не була передбачена теплова ізоляція зовнішньої поверхні посудини з рідким азотом і не була забезпечена миттєва подача кріогенної рідини. Це викликало небезпеку зіткнення інструменту зі здоровою тканиною та не дозволяло жорстко фіксувати експозицію кріовпливу на візуально неконтрольовані ділянки тканини.

Також серія кріохірургічних апаратів різних конструкцій та призначення, у тому числі апаратів, що працювали на рідкому азоті, була створена фірмою «Linde Division of Union Carbide Corporation» (США). Наприклад, апарат СЕ-2 був облаштований приладом, за допомогою якого можна було вимірювати, записувати й регулювати температуру кріозонда, від 310 до 77 градусів за шкалою Кельвіна, та електронагрівачем для витіснення рідкого азоту через шланг до кріозонду. Аналогічні апарати цієї американської фірми СЕ-3 та СЕ-4 застосовувалися в офтальмології та стоматології відповідно.

Французькою фірмою «L'air Liquide» були розроблені кріохірургічні апарати під назвою «Cryal», в яких, як і в апаратах типу СЕ, як кріоагент використовувався рідкий азот, що надходив до кріозонду з контейнера під тиском.

Англійською фірмою «Spemby Technical Products» створено хірургічний охолоджувальний апарат АСУ-2, який був на порядок дешевше, ніж апарати типу СЕ. Він широко застосовувався в клінічній практиці для руйнування доброякісних новоутворень, видалення поліпів і папілом у порожнині носоглотки, стравоходу і дихальних шляхів, а також для зупинки кровотеч після тонзилектомії. В якості кріоагента в апараті використовувалася рідка вуглекислота, і температуру можна було регулювати в залежності від випадку застосування [272, с. 26–58].

Нижче, в таблиці 3.2., наведено порівняльні характеристики кріомедичної апаратури для лікування захворювань людини в галузі стоматології, нейрохірургії, офтальмології, щелепно-лицьової та ЛОР онкології провідних виробників світу. З таблиці видно, що температурний діапазон кріоапаратури, виготовленої у ФТІНТ, набагато ширше, ніж у інших фірм, які існували за кордоном. Це дає можливість застосовувати кріоапаратуру на різних стадіях онкозахворювань. Також суттєвою є ціна апаратури.

Аналізуючи архівні матеріали, нами виявлено, що науковцями ФТІНТ спільно з працівниками Харківського науково-дослідного інституту загальної та невідкладної хірургії було виконано договір, що укладено на період з січня

1986 р. по грудень 1987 р. та спрямовано на підвищення ефективності роботи наукових установ, розвиток та впровадження досягнень науки і техніки. Протягом встановленого терміну вченими досліджені методи діагностики каменів у жовчних протоках, функціональний стан м'яких тканин і непряме визначення їх морфологічних відмінностей, зокрема, визначення в органі новоутворень, пухлин та їх меж. У результаті розроблено та впроваджено діагностичний апарат для імпедансометрії в клінічну практику [265, арк. 3–9].

Також учені ФТІНТ для працівників Науково-дослідного інституту тваринництва проводили регулярні консультації з метою надання кваліфікованої допомоги з проблеми заморожування сперми сільськогосподарських тварин [252, арк. 29–32]. Розроблені методики дозволили використати сучасні методи в аграрному секторі, зокрема, у тваринницьких комплексах із метою збільшення поголів'я великої рогатої худоби.

За тривалі роки досліджень ученими зроблено значний внесок у розробку кріоінструментів та методів лікування із застосуванням наднизьких температур. У галузі хірургії для забезпечення безкровності, безболісності, скорочення термінів лікування були розроблені й виготовлені кріохірургічні інструменти та апарати для клінічного застосування в стоматології, гінекології та акушерстві, дерматології, отоларингології, офтальмології, нейрохірургії та інших галузях медицини. Відомості про деякі результати вчених опубліковані в монографіях та статтях у наукових журналах [304; 306; 311; 341–343; 345–346; 328].

У 2016 р. ФТІНТ презентував новий медичний прилад, що дозволяє діагностувати рак шлунку на ранніх стадіях. Наукові дослідження та розробки проводилися спільно з науковцями НТУ «ХП» та ХДУ близько десяти років. Медичний апарат у режимі реального часу дозволяє виявити наявність у шлунку штаму бактерій *Helicobacter Pylori* та їх належність до виду, який викликає рак. Прилад пройшов випробування в Інституті охорони здоров'я дітей та підлітків. Дослідження і розробка апарату проводилися за допомогою міжнародних програм США та Європи [94; 95].

Таблиця 3.2.

Порівняльні характеристики зарубіжної та вітчизняної кріохірургічної апаратури для лікування захворювань людини в галузі стоматології, нейрохірургії, офтальмології, щелепно-лицьової та ЛОР онкології [308, с. 56–57]

Медико-технічні характеристики			Температурний діапазон, К	Діаметр кріозонда, мм	Наявність відігріву	Ціна
CE-2 Linde Division of Union Carbide Corp.	США	Нейрохірургія	310–78	2,7–4,2	Є	6500 дол.
ACU-2, Spemby Technical Prod.	GB	ЛОР	0–203	Невідомо	Є	Невідомо
Crystal L'Air Liquide	Франція	ЛОР	0–83	Невідомо	Немає	Невідомо
Spemby LTD		Офтальмологія	310–203	2	Немає	Невідомо
CE-6 Linde Division of Union Carbide Corp.	США	Універсальний	310–78	Зрошення 0,3–0,5	Немає	Невідомо
Криотом-2	Інститут фізики	Нейрохірургія	314–93	1,5–2,5	Є	350 крб.
Криотом-2	Інститут фізики	Щелепно-лицьова, ЛОР	314–93	3–4	Є	300 крб.
КМ-16	ФТІНТ	Нейрохірургія	0–83	2	Немає	750 крб.
Крио-4	ФТІНТ	Щелепно-лицьова, ЛОР	310–78	5–8	Немає	1750 крб.
УМ-14	ФТІНТ	Офтальмологія	310–193	2	Немає	4500 крб.
КМ-22	ФТІНТ	ЛОР	310–83	–	Немає	600 крб.
КАС-01	ФТІНТ	Стоматологія	0–77	0,3–0,5	Немає	500 крб.

Отже, колектив ФТІНТ брав активну участь у розробці методів та апаратів для кріомедицини. Колективом співробітників ФТІНТ розроблено практичний, зручний та економічний метод прискорення стерилізації пластикових мішечків для зберігання крові під тиском за допомогою суміші водяної пари з повітрям, який знайшов застосування на обласних станціях заготівлі крові та в інститутах переливання крові в системі. В обласному онкологічному диспансері успішно використовувалась установка, розроблена

науковцями ФТІНТ, для створення запасів кісткового мозку, що дозволило докорінно змінити та вдосконалити засоби лікування таких тяжких хвороб, як радіаційне опромінення та ін. Створені кріогенні апарати, що застосовувалися для лікування різних хвороб у гінекології, стоматології та ін. У 2016 р. науковцями презентовано медичний прилад для діагностування раку шлунку на ранніх стадіях.

3.2. Досягнення вчених інституту в проведенні геофізичних досліджень

Метод мас-спектроскопії – це метод дослідження і аналізу речовин, заснований на іонізації атомів і молекул речовини та подальшому розділенні утворених іонів відповідно до їх масового числа (m/z – відношення маси до заряду) в електричному або магнітному полі.

Перші мас-спектрометри були отримані у Великобританії у 1912 р. Дж. Томсоном та у 1919 р. В. Астоном. У 1912 р. Дж. Томсон піддав пучки позитивно заряджених іонів неону впливу магнітного поля. У результаті дії магнітного поля іони відхилялися та потрапляли на фотопластинку. Якби всі іони були однаковими за масою, то вони всі відхилилися б магнітним полем на один і той же кут, і на фотопластині з'явилася б знебарвлена пляма. У результаті експерименту вчений отримав на фотопластині дві плями, з яких одна була темнішою за другу. Томсон зробив висновок, що прилад дозволяє поділяти хімічно подібні іони на пучки іонів з різною масою. Пізніше В. Астон підтвердив правильність отриманих даних для іонів неону та зробив аналогічні експерименти для інших іонів. Пізніше прилад отримав назву мас-спектрографа, а метод – мас-спектрометрії [70, с. 63–64].

Найважливішими технічними характеристиками мас-спектрометрів для аналізу органічних сполук є чутливість, динамічний діапазон, розділення й швидкість. Метод мас-спектроскопії знайшов практичне використання у біохімії, фармацевтиці, косметичі та парфумерії, харчовій промисловості, хімічному синтезі, геохімії, геології, мінералогії, археології та ін.

Подальший розвиток мас-спектроскопічний метод отримав у ФТІНТ. Для теоретичних досліджень явищ у слабо пов'язаних структурах, які відбуваються при тунельних переходах, та у точкових металевих контактах у 1970 р. був заснований відділ мікроконтактної спектроскопії, який очолив І. К. Янсон [188, арк. 1–2; 195, арк. 5].

Область досліджень учених відділу мікроконтактної спектроскопії була дуже широкою. Так, наприклад, проводилися роботи з розробки, створення й практичного використання у виробництві апаратури та нових методів дистанційного геофізичного пошуку корисних копалин. Роботи проводились на замовлення Американської геологорозвідувальної експедиції, Ботубінської експедиції Якутського територіального геологічного управління Міністерства геології Російської Радянської Федеративної Соціалістичної Республіки.

На основі фундаментальних досліджень явищ надпровідності в умовах низьких температур провідними фахівцями ФТІНТ була розроблена унікальна високочутлива геофізична апаратура для індикації слабких сигналів електромагнітного випромінювання в інфрачервоному діапазоні частот і випромінювання малих змін магнітних полів. Фахівцями інституту були створені надчутливі радіочастотні мас-спектрометри типу РОМС, за допомогою яких проводився аналіз залишкових газів у камері, та для дистанційного зондування земної кори у пошуках корисних копалин створено комплекс апаратури: склопластикові й малогабаритні немагнітні радіопрозори кріостати для геофізичної SQUID-апаратури, об'ємом від 1 до 1,5 л при витраті гелію до 10^{-10} м³/с. За допомогою нових сконструйованих пристроїв стало можливим проведення аналізу складу верхніх шарів атмосфери, необхідного при геофізичній розвідці з метою пошуку корисних копалин. Інфрачервоний радіометр дозволяв реєструвати перепади температур на поверхні Землі менше, ніж 0,01 градуса. У магнітно-варіаційних станцій була можливість реєструвати зростання магнітного поля у 100 млн. разів менше за величиною, ніж магнітне поле Землі. Завдяки такій чутливості легко реєструються навіть невеликі площі магнітної аномалії, обумовлені слабوماгнітними і глибоко залягаючими об'єктами. Інфрачервона апаратура, на відміну від тепловізора, який реєструє теплові контрасти, є скануючим абсолютним радіометром, що дає можливість

кількісних вимірювань радіаційних потоків від досліджуваних об'єктів. Крім того, розроблено й доведено до серійного виробництва декілька модифікацій мас-спектрометрів, які дозволяють в одному аналізі з високою чутливістю визначити різні гази в широкому діапазоні молекулярної ваги. Результати геофізичних досліджень оброблялися на машинах обчислювального центру інституту. Відділом геологічних досліджень керував Н. І. Базалєєв, провідними науковими спеціалістами були Є. Ф. Бєсов, С. А. Лаптев, Є. Ф. Пищиков, Ю. Ю. Водотика, Б. Н. Миронов і геолог А. А. Салтовець [362, с. 4; 363, с. 3].

Восени 1976 р. вчені ФТІНТ спільно з експедицією Якутського геологічного управління провели випробування високочутливої апаратури на залізорудному родовищі, розташованому в південній частині Якутії, у 120-ти кілометрах від траси Байкало-Амурської магістралі, для пошуку залізорудних покладів (Додаток Є. 17, Є. 18). Шляхом дистанційного вимірювання радіаційної температури геологами була отримана карта – своєрідний тепловий "портрет" надр на певній території. Інфрачервоний радіометр допоміг дослідникам побудувати "телові профілі" з дуже високою контрастністю. Вони дозволили визначити ділянки різних гірських порід, температура над якими відрізняється одна від одної всього на соті частки градуса. На підставі отриманих даних складалися карти, де різні породи позначалися різними «температурними відтінками». Фотографії надали загальне уявлення про річку Оленек і гігантські тектонічні розломи, що виходять на поверхню Землі. Фахівці інституту протягом двох місяців вивчали глибини цієї тектоніки за допомогою радіометрів і трикомпонентних станцій. Аналогічний метод і установка були використані в окремих областях України. У Полтавській та Чернігівській областях завдяки вдосконаленому методу було вивчено поля радіаційних температур на площі понад 1200 км². Нові методи пошуку корисних копалин дозволили дослідникам отримати цінну інформацію [360, с. 1].

Комплекс апаратури для інфрачервоної радіометричної зйомки місцевості охоплював весь процес, від знімальної апаратури до апаратури вводу інформації до ЕОМ та розробки програмного забезпечення обробки зображення. Результати проведених геофізичних досліджень оброблялися в

обчислювальному центрі інституту. За допомогою цього обладнання та існуючої апаратури була зібрана інформація, яку отримали за допомогою розробленого геофізичного обладнання і яка надала можливість максимально виправляти зображення, наближаючи його до справжньої картини [360, с. 1; 361, с. 2; 362, с. 4].

Вченими ФТІНТ було розроблено високочутливі та високоточні надпровідні системи на основі високочастотних SQUID для потреб геофізики, астрофізики, магнітокардіології та ін. В їх числі серія болометрів з діапазоном від 10^{-10} до 10^{-3} с при зміні чутливості від 10^{-10} до 10^{-15} Вт Гц^{-0,5}, магнітометри і магнітоградієнтометри з чутливістю від 10^{-14} Тл Гц^{-0,5} до 10^{-13} Тл м⁻¹ Гц^{-0,5}, високостабільні генератори сантиметрового й міліметрового діапазонів із відносною нестабільністю 10^{-7} – 10^{-12} за годину, високими спектральними характеристиками, гравіметри з чутливістю 10^{-12} г/Гц та дрейфом нуля-пункту 1 мкГал за місяць. Створений в інституті магнітокардіографічний комплекс працював в НДІ терапії МОЗ УРСР [57, с. 99].

Отже, науковцями ФТІНТ було розроблено комплекс унікальної геофізичної апаратури для використання у пошуках корисних копалин. Апаратура практично використовувалась у Якутській області для пошуків залізородних покладів.

3.3. Розробка та впровадження нового типу авторефрижераторів

Забезпечення населення великих промислових центрів харчовими продуктами високої якості, в тому числі свіжими зрілими фруктами і овочами, м'ясними та рибними харчами, які в повній мірі б зберегли біологічні та смакові властивості, було одним серед актуальних народногосподарських завдань. Тому колектив учених ФТІНТ приділяв значну увагу роботі зі створення та освоєння систем азотного охолодження харчових продуктів при їх зберіганні та транспортуванні. Цикл досліджень виконувався спільно з науковцями Харківського обласного управління м'ясо-молочної промисловості, Аграрно-промислового об'єднання «Молдплодоощпром», Всесоюзного рибпромислового об'єднання «Азчерриба» та ін. Науковцями ФТІНТ експериментально виготовлена партія азотних систем охолодження НАСТ для оснащення вантажного автомобільного транспорту,

які з метою перевезення і збереження продуктів харчування до м. Київ та м. Луганськ були передані автотранспортним підприємствам Міністерства автотранспорту України. При використанні авторефрижераторів із азотною системою охолодження типу НАСТ-3 при внутрішньоміських перевезеннях швидкопсувних продуктів було отримано економічний ефект у сумі 14,9 тис. крб. на одну машину (Додаток Є. 2) [244, арк. 55–67; 348, с. 31–34; 349, с. 9–13; 381, с. 1].

Частіше відсутність спеціалізованого транспорту призводила до того, що вирощені завдяки важкій праці овочі та фрукти доходили до споживача з величезними втратами і в непридатному вигляді. На початку 80-х рр. ХХ ст. колектив інституту спільно з працівниками Міністерства автопрому УРСР, ФТІ АН УРСР, Інституту прикладної фізики АН України, Молдавського науково-дослідного інституту харчової промисловості розробив принципово нові умови транспортування швидкопсувних продуктів та авторефрижератори АЛКА різної вантажопідйомності (3, 11 і 22 тонн) (Додаток Є. 3), в яких у якості джерела холоду і захисного середовища використовувався рідкий азот. Так із використанням кріогенної технології та техніки, вчені застосували систему охолодження, що працює на зріджених газах. За новою технологією охолодження продуктів відбувалося потоком газоподібного азоту, що циркулював по замкненому колі всередині теплоізолюваного кузова. У свою чергу, потік газу охолоджувався впорскуванням у нього рідкого азоту при температурі мінус 196 градусів за шкалою Цельсія. При цьому азот випаровувався і охолоджував продукти до заданої температури. Перевага таких рефрижераторів полягала в тому, що застосування рідкого азоту дозволяло скоротити час охолодження продукції до оптимальної температури, що забезпечувало максимальне збереження якості. Одночасно створення в кузові рефрижератора інертного азотного середовища практично виключало псування продукції. Новий метод збереження продуктів харчування швидко знайшов сферу використання. За розробку даного методу група вчених була нагороджена Державною премією СРСР. Керівництвом Державного виробничого об'єднання "Харківавтотранс" було прийнято рішення про необхідність упровадження нової розробки на своїх підприємствах. Азотні системи охолодження виявилися набагато ефективнішими, ніж фреонові [354, с. 47–48; 355, с. 200–204; 361, с. 1; 368, с. 4; 369, с. 1; 371, с. 3; 375, с. 4; 380, с. 1; 376, с. 2].

У 1985 р. співробітниками ФТІНТ як учасниками республіканської програми «Агропромкомплекс» виготовлено понад 200 НАСТів для автомобілів. Вони використовувалися для перевезення м'ясних, молочних продуктів, фруктів, овочів, ягід. Упровадження азотних технологій охолодження при перевезеннях швидкопсувних плодів із Молдавії та Кубані допомагало зекономити понад 3 млн. крб. на рік, тому що на кожній тонні фруктів була економія до 200 крб. [384, с. 2; 380, с. 1]. На 1988 р. таких машин було випущено близько 600, реальний економічний ефект від їх експлуатації склав 5–7 тис. крб. на рік на одну автомашину.

У Чорному морі, за даними іхтіологів, мешкає кілька видів делікатесних риб, які відрізняються високими смаковими якостями і придатні для виготовлення консервів. Однак у харчовій промисловості ця риба не використовувалася з тієї причини, що в звичайних холодильних установках таку ніжну рибу важко було доставляти в якісному вигляді на заводи. Науковці інституту взяли за вирішення цього складного завдання. Уже влітку 1978 р. було випробувано метод тривалого зберігання риби за допомогою рідкого азоту. В особливих контейнерах, створених фізиками, за заданою програмою постійно підтримувався "туман" парів рідкого азоту при температурі мінус 2 градуси. Саме такий суворо дозований холод на межі замерзання тканинного соку забезпечував повну цілісність делікатної риби. Випробування нової техніки, яке було здійснено на підприємствах «Южрибопромрозвідки» (м. Керч), продемонструвало, що навіть після десяти днів транспортування риби, вона залишалася свіжа, як і в момент улову [262, арк. 63].

У 1985 р. вченими ФТІНТ разом із фахівцями Харківського філіалу Всесоюзного науково-дослідного інституту пиво-безалкогольних напоїв була розроблена нова промислова технологія одержання напоїв із ягід та фруктів, де зберігаються практично всі активні та поживні речовини. Новий метод, в основі якого є використання кріогенної техніки, до того ж був іще й безвідхідним. Кристалічні порошки, одержані з його допомогою, використовувалися також у вигляді додатку до висококалорійних продуктів харчування у кондитерській промисловості при виготовленні харчово-концентрованих сумішей [364, с. 3; 372, с. 6; 373, с. 4].

За постановою Міністерства автопрому СРСР із 1988 р. розпочався серійний випуск великотоннажних авторефрижераторів – напівпричепів із азотними системами охолодження типу «КріоОдАЗ», призначених для міжнародних перевезень

швидкопсувних продуктів (Додаток Є. 4, Є. 5). Авторефрижератори з азотними системами охолодження були багатоцільовими та забезпечували температурний режим у діапазоні 23–25 градусів Цельсія. Водіям було легко переключатися на різні режими роботи й використовувати авторефрижератори не тільки для перевезень овочів та плодів у свіжому вигляді, але також для перевезень охолоджених і заморожених м'ясних і рибних продуктів, молочних, кондитерських та інших [112, с. 92–94; 344; 382, с. 4;].

Розроблений рефрижератор поєднував у собі можливість проведення різноманітних фізичних досліджень у мілікельвіновій області температур і був успішно використаний для ЯМР-досліджень кінетичних і магнітних властивостей твердих розчинів гелію при наднизьких температурах. Ця експериментальна розробка була створена групою співробітників, до якої входили О. О. Голуб, В. А. Гончаров, В. А. Міхєєв, Е. Я. Рудавський, Ю. А. Токар, В. А. Шварц. На початку 80-х рр. XX ст. вченими В. А. Міхєєвим, В. А. Майдановою, Н. П. Міхиною був розроблений новий тип рефрижератора розчинення, в якому циркуляція гелію-3 здійснювалася поперемінно двома адсорбційними насосами, розташованими в одній гелієвій ванні. У період 1988–1990 рр. інститутом виготовлено 10 рефрижераторів, створених за новою технологією. Половина цих установок була затребувана в інституті, а решта розійшлася по різних криогенних лабораторіях світу [91, с. 169–171].

У таблиці 3.3 наведено характеристику авторефрижераторів із азотною системою охолодження в кузові-фургоні, що випускалися у ФТІНТ.

Таблиця 3.3

Авторефрижератори з азотним охолодженням [304, с. 26–27]

Тип системи	НАСТ-1	НАСТ-2	НАСТ-3
Призначення	Рефрижератор середньої вантажопідйомності з ізотермічним кузовом – фургоном		
Вантажопідйомність (т)	1,50	5,00	3,12
Число судів із азотом	1,00	1,00	1,00
Запас рідкого азоту (кг)	125,00	125,00	164,00
Втрати на випаровування за добу (%)	5,20	5,20	4,70
Максимальний тиск в суді (кг/см ²)	0,30	0,30	0,30
Маса системи, не наповненої рідким азотом / наповненої (кг)	135/260	115/240	103/267
Режим охолодження: Холодопродуктивність(кВт)	10,00	10,80	10,80
Витрата рідкого азоту (кг/т)	0,10	0,10	0,10
Час охолодження (ч)	–	0,10	0,10
Режим транспортування: Холодопродуктивність (кВт)	2,00	2,16	2,16
Витрата рідкого азоту (кг/т)	10,00	10 – 12	10 – 12
Діапазон регулювання температури	– 18 – + 19	– 25 – +15	– 25 – + 15

У таблиці 3.4 наведено порівняльну характеристику фреонові та азотної систем охолодження при перевезенні фруктів та овочів, а також економічний ефект використання систем із азотним охолодженням. З порівняльної таблиці 3.4 можна зробити висновок, що з використанням азотної системи охолодження майже всі види фруктів доставлялися до місця призначення з мінімальними втратами порівняно з фреоною системою охолодження.

Таблиця 3.4

Кількість плодів, перевезених авторефрижераторами з азотною та фреоновою системами охолодження, й економічний ефект використання систем з азотним охолодженням [304, с. 28–29]

Продукт	Азотна система охолодження			Фреонова система охолодження			Економічний ефект на 1 т. доставленого продукту (крб.)
	Стандарт	Нестандарт	Гниль	Стандарт	Нестандарт	Гниль	
Стиглі персики Завантажено Доставлено	100 90,3	- 9,7	- -	100 49,5	- 16,7	- 33,8	194–202
Суниця Завантажено Доставлено	88,6 88,6	11,4 7,1	- 4,3	88,6 67,8	11,4 19,4	- 12,8	276–376
Вишня Завантажено Доставлено	89,0 88,1	11,0 4,2	- 7,7	89,0 60,5	11,0 17,6	- 9,0	102–122

Отже, ФТІНТ був провідним центром у розробці та впровадженні кріогенного машинобудування. Інститутом розроблено принципово нові умови транспортування швидкопсувних продуктів (м'ясних, молочних продуктів, фруктів, овочів, ягід) для внутрішньоміських і міжнародних перевезень.

3.4. Співпраця ФТІНТ з вітчизняними промисловими підприємствами

Наприкінці ХІХ ст. в Україні почали будуватися потужні промислові підприємства. Вже у першій половині ХХ ст. Харківський регіон посідав одну з провідних позицій у промисловості України і по праву вважався одним із найбільших промислових центрів. ФТІНТ мав широкі зв'язки з промисловими підприємствами та організаціями Харкова та інших областей України.

Ці зв'язки характеризувалися впровадженням результатів наукових досліджень і розробок, виконанням спільних робіт як на господарсько-

договірних засадах, так і на підставі договорів про науково-технічне співробітництво. Одночасно із цим з'явилися нові методи співпраці, зокрема, проведення днів відкритих дверей та виставок, які відвідувалися представниками заводських колективів, проведення «Днів науки» на підприємствах області. Проводилися консультації з інженерно-технічним складом підприємств із метою ознайомлення з новітньою інформацією в галузі виробничих питань та інше. Найбільш поширеною та дієвою формою зв'язку інституту з виробництвом було проведення спільних науково-дослідних та конструкторських робіт, які були результатом укладання співробітниками інституту господарських договорів та договорів про співпрацю. Необхідно визнати, що надання взаємної допомоги при вирішенні важливих та складних науково-технічних завдань створювало умови щодо реалізації наукових розробок та нових важливих відкриттів, а також здійснення контролю та надання допомоги під час упровадження наукових розробок і дослідних зразків у народне господарство [255, арк. 3–4].

Прикладом плідної та ефективної співпраці інституту з промисловими підприємствами вже на початку 60-х рр. ХХ ст. було здійснення робіт із впровадження люмінесцентного аналізу щодо якісного та кількісного аналізу продуктів розділення кам'яновугільної смоли на Харківському коксохімічному заводі. Виконавцями цієї роботи були Ю. В. Набойкін, В. К. Доброхотова, В. А. Кульчицький, А. Г. Горюшко. Вони встановили, що даний метод може застосовуватися для якісного та кількісного аналізу продуктів переробки кам'яновугільної смоли, якщо в аналізованому об'єкті відсутні домішки з виходом люмінесценції, що перевищують вихід основної речовини, і якщо між компонентами, що складали зразок, відсутня міграція енергії збудження [249, арк. 13–14; 250, арк. 8–13; 267, арк. 13–14].

Для Сумського заводу електронних мікроскопів та автоматики групою дослідників, до складу якої входили О. О. Галкін, І. В. Матяш та інші науковці, було розроблено ядерний магнітний релаксометр, який дозволяє проводити експрес-аналіз в автоматичному режимі. Прилад використовується для

виявлення й вимірювання електричних і магнітних взаємодій електронів і ядер в макроскопічних кількостях речовини. Розроблена установка набула широкого та ефективного використання в наукових дослідженнях із метою вивчення ядерної магнітної релаксації. Дослідниками вперше було з'ясовано характеристику речовини і процесів, що впливають на ядерну магнітну релаксацію, таких як хімічні реакції, процеси зі зміною кінетичних та структурних характеристик речовини [250, арк. 8–13; 251, арк. 29–30; 135, с. 179].

Починаючи з другої половини 60-х рр. XX ст. ФТІНТ активно співпрацював із підприємствами Харкова та області. Коло наукових проблем, які вивчали дослідники інституту, реалізовувалося на підприємствах. Зокрема, для тресту «Харківоргтехбуд» виконувалася тема на господарській основі «Разработка методов математического планирования контроля и управления с применением ЭЦВМ для внедрения в строительном производстве». Результати досліджень знайшли подальше використання в будівельному секторі. Аналогічна робота була виконана для заводу «Серп і молот» (м. Харків). Завдяки розробленим методам були проведені сіткові планування при управлінні будівництвом заводу «Центромет» в м. Куп'янську, на хімічному комбінаті у м. Шостка і в одному з цехів заводу «Серп и молот» в м. Харкові [219, арк. 68–70; 252, арк. 29–32].

Однак наведені приклади не охоплювали загального обсягу впроваджених розробок в народне господарство країни та були лише частковою ілюстрацією того практичного внеску, зробленого колективом ФТІНТ за перші десять років його існування.

Науково-дослідні та конструкторські роботи, що виконувалися протягом 70-х рр. XX ст., мали велике економічне та народногосподарське значення. Роботи виконувалися спільно з іншими підприємствами як України, так й інших республік Радянського Союзу. У господарсько-договірній тематиці ФТІНТ значне місце посідали роботи з фундаментальної та прикладної надпровідності, низькотемпературного та вакуумного матеріалознавства, тепло-

і масопереносу, кріогенних систем автономного життєзабезпечення, нелінійної оптики, квантової електроніки та інші [117].

На початку 80-х рр. ХХ ст. вчені спільно з колективом Харківського релейного заводу «Радіореле» працювали над розробкою різних типів реле. У лабораторних умовах у глибокому вакуумі проводилися випробування нового типу моторів (типу МШР) для Харківського заводу електроапаратури. Разом із Сумським заводом електронних мікроскопів були виконані роботи з відпрацювання й створення промислового зразка польового багатоцільового геофізичного мас-спектрометра. Для експериментального заводу «Еталон» НВО «Метрологія» у ФТІНТ розроблено комплект конструкторської документації з використання одночастотного неон-гелієвого малогабаритного лазера з підвищеним ресурсом роботи [244, арк. 74–79].

Необхідно підкреслити, що в умовах швидкого розвитку науково-технічного прогресу нові технології отримали подальший розвиток і використання. Підтвердженням цих висновків є те, що використання кріогенної техніки та кріогенних рідин почало набувати все більшого значення. Так, наприклад, стосовно кріогенних рідин, це був початок створення надпровідних турбогенераторів, які розроблялися спільно з ленінградським виробничим об'єднанням «Электросила». Для активізації досліджень та створення кріогенної техніки з метою використання її в різних галузях сільського господарства був створений окремий відділ, який очолив Ю. А. Кириченко. У 1970–1971 рр. у ФТІНТ створено один із перших у країні кріотурбогенераторів із надпровідниковою обмоткою збудження потужністю 0,2 МВт. Вже у лютому 1984 р. співробітниками інституту та фахівцями ленінградського виробничого об'єднання «Электросила» ім. С. М. Кірова були завершені випробування експериментального електрогенератора потужністю 5 МВт із надпровідною обмоткою збудження. Виробництво цього принципово нового обладнання розгорнуто в країні вперше. Експериментальний генератор був моделлю першого промислового електрогенератора, потужність якого передбачалася у 300 тис. кіловат. Науковцями у даній дослідно-промисловій кріогенній

установці був практично використаний фізичний ефект надпровідності, що дало можливість забезпечити машині задану потужність при майже двократному зниженні її ваги. Ця розробка дозволяла підвищити одиничну потужність генератора в 2,5–3 рази, не змінюючи при цьому його вагових параметрів, із використанням явища надпровідності, яке виникає в деяких матеріалах при дуже низьких температурах, коли електричний струм іде провідником без опору, а значить, і без втрат енергії, завдяки чому у таких машин дуже високий коефіцієнт корисної дії [355, с. 200–204; 369, с. 4].

У той же період у ФТІНТ здійснювалися роботи зі створення кріотурбогенераторів та уніполярних машин, призначених для транспортних засобів. Ученими виготовлений модельний ротор одного з таких генераторів і ряд зразків уніполярних кріоелектродвигунів потужністю до 850 кВт.

На початку 2000-х рр. у ФТІНТ почали проводитися спільні наукові дослідження з конструкторським бюро "Південне" і Південним машинобудівним заводом. Результатом спільної роботи стало створення унікального кріогенної-вакуумного комплексу для термовакuumних випробувань мікросупутників в умовах імітації орбітального польоту. Експериментальний стенд був встановлений і введений в експлуатацію на Південному машинобудівному заводі, на якому зараз ведуться випробування мікросупутника Egiyptsat [91, с. 283–284].

Отже, співробітники ФТІНТ активно брали участь в ефективному розвитку промислового комплексу країни. Усі дослідження в галузі надпровідності, кріогенної фізики, створення й запровадження нової техніки в галузі фізики низьких температур є підтвердженням плідної співпраці інституту з підприємствами країни.

3.5. Міжнародні взаємозв'язки ФТІНТ з науково-дослідними установами європейських країн, США і Японії

ФТІНТ проводить фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України, сталого розвитку суспільства й держави відповідно до закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (№ 2623-14 від 11.07.2001 р.) в тематичному напрямку «Найбільш важливі проблеми фізико-математичних і технічних наук» (постанова Президії НАН України № 341 від 17.12.2010 р.).

Міжнародна співпраця є одним із елементів успішної роботи кожної наукової установи. Жодна з установ, навіть потужно розвинута, не може покладатися тільки на свої сили в дослідженні актуальних проблем у науці. ФТІНТ має численні міжнародні зв'язки: співпраця із закордонними вченими, науково-дослідними центрами, промисловими підприємствами, що допомагають значно прискорити темпи та почерпнути найважливішу новітню інформацію в розвитку науки певної галузі. Також міжнародна співпраця є найдієвішою формою інтеграції України в світовій науці.

Основні наукові напрямки міжнародного співробітництва – це фізика низьких і наднизьких температур; фізика твердого тіла; нанофізика і нанотехнології, включаючи нанобіофізику; математична фізика, аналіз і геометрія; фізико-технічні проблеми матеріалознавства; дослідження властивостей наноструктурних об'єктів при впливі низьких і наднизьких температур.

Формами міжнародного співробітництва ФТІНТ стали: обмін фахівцями; наукове стажування; читання лекцій; участь у спільних наукових конференціях, симпозіумах та семінарах. Щорічно помітно зростала кількість закордонних наукових відряджень учених інституту. Поряд із цим постійно відбувався обмін друкованою літературою, зразками техніки тощо. Співробітництво

здійснювалося на основі міжнародних програм та двосторонніх договорів про наукову співпрацю.

Особливості співпраці інституту з науковими центрами Західної Європи, США та Японії. Вивчення архівних документів продемонструвало, що досягнуті успіхи у вирішенні актуальних проблем у галузі фізики низьких температур із року в рік підвищували авторитет провідних науковців ФТІНТ та загалом установи як потужного науково-дослідного центру. Вже з перших років заснування інституту дослідження вчених зацікавили не тільки виробників, а й учених інших науково-дослідних, академічних та навчальних установ провідних країн світу [229, арк. 3–5; 257, арк. 78].

Зарубіжними партнерами інституту були: Малардовський кріомагнітний відділ Кларендонської лабораторії (Великобританія, м. Оксфорд); Стенфордський університет (США, м. Стенфорд); Рочестерський університет (США, м. Рочестер), Пенсільванський університет (США, м. Філадельфія), Національне Бюро Стандартів (США, м. Гейтерсберг); відділ теплофізичних властивостей Національної інженерної лабораторії (США, м. Боулдер); Торонтський університет (Канада, м. Торонто); Огайський університет (США, м. Колумбус); Орегонський університет (США, м. Юджин); Швейцарська вища технічна школа (Швейцарія, м. Цюрих); Католицький університет (Нідерланди, м. Неймеген); Сассекський університет (Німеччина, м. Байрон) та ін.

Важливою складовою міжнародної співпраці ФТІНТ стало встановлення зв'язків із науковими лабораторіями при університетах США. Так, наприклад, ученими було враховано досвід колег із США при створенні установки з отримання імпульсних магнітних полів із напруженістю понад 10^5 ерстед, використаного у роботі з метою проведення наукового дослідження з гасіння механічних вібрацій [223, арк. 37].

Ще одним прикладом використання результатів міжнародних зв'язків можна вважати тривалі відрядження вчених ФТІНТ у закордонні центри з метою фундаментального вивчення окремих наукових проблем. Це сприяло підвищенню міжнародного авторитету ФТІНТ. З лютого по липень 1965 р.

старший інженер лабораторії № 16 Г.Є. Чурилов перебував у науковому відрядженні в США на стажуванні у Стенфордському університеті в групі професора В.М. Фербенка, де Г.Є. Чурилов ознайомився з організацією наукових досліджень із проблеми вивчення металів у Чиказькому, Корнелльському університетах, Національній магнітній лабораторії Массачусетського технологічного інституту. Спільно з А.Шветтманом та П.Вільсоном було проведено дослідження з вивчення властивостей надпровідних резонаторів на високих рівнях потужності. По закінченні наукового стажування результати спільної роботи були подані на V Міжнародній конференції з проблем дослідження прискорювачів високих енергій в Італії (м. Фраскати) [216, арк. 44–45].

Тільки за 1965–1966 рр. співробітники інституту брали участь у десяти міжнародних конференціях та симпозіумах США в галузі фізики низьких температур. Встановлення особистих контактів сприяло розширенню можливостей співпраці та підвищенню авторитету ФТІНТ на міжнародному рівні. Повідомлення вчених, які виїжджали у закордонні відрядження, допомагали ознайомитися з актуальними дослідженнями у галузі фізики низьких температур. Досвід, набутий співробітниками інституту за кордоном, широко використовувався при проведенні науково-дослідних робіт та досліджень, які велись у цих роках у напрямку вдосконалення зріджувальної бази інституту [215, арк. 1; 119, с. 22]. Вже у перші роки ФТІНТ посів позиції лідера як науково-дослідний центр у галузі фізики низьких температур. У 1966 р. з 7 вересня по 15 вересня в інституті вперше відбулася Міжнародна конференція з фізики низьких температур, яку відвідали близько 17 зарубіжних учасників із США, Англії, Голландії, Німеччини, Швейцарії, Франції, Фінляндії, Японії. Іноземні вчені ознайомилися зі зріджувальною базою інституту, яка не поступалась закордонним, та роботами, що проводились у ФТІНТ у галузі надпровідності, електронних властивостей металів, антиферомагнетизму, теплових та механічних властивостей отверділих газів,

всебічного вивчення властивостей рідкого гелію, й, так само, з роботами з вивчення явищ пластичності кристалів [217, арк. 66–68].

Науковий колектив ФТІНТ завжди був спрямований на вирішення найактуальніших завдань у галузі кріофізики. Участь учених інституту в II Міжнародній конференції з техніки низьких температур у США (м. Брайон) стала джерелом отримання нової інформації про розвиток досліджень у галузі прикладної фізики та техніки низьких температур серед радянських та іноземних колег. Конференція дозволила намітити заходи в інституті з розробки хірургічного низькотемпературного медичного інструменту, а також використання нових методів теплоізоляції та ін. [220, арк. 82]. У 70-х рр. XX ст. на Валківському дослідному виробництві ФТІНТ уже були виготовлені перші зразки кріогенних медичних інструментів та апаратури.

Після перебування на стажуванні в Англії у 1969 р. з 29 травня по 29 липня у фірмі Edward & N.V.J, яка розробляла та випускала різноманітне вакуумне обладнання, Г. Д. Грамулею були виконані дослідження зворотного потоку дифузної олії з газоструйних насосів у відкачуваний об'єм. Отримані результати досліджень було опубліковано як наукову статтю та використано у ФТІНТ при розробці вакуумного обладнання та при проведенні науковим складом інституту різних науково-дослідних робіт [221, арк. 106–107; 222, арк. 27].

Програмою спільних досліджень було передбачено візити науковців ФТІНТ для виконання досліджень. З 24 вересня 1969 р. усе наступне півріччя Д. В. Михайлович перебував у відрядженні в США. За час відрядження він відвідав Рочестерський університет (м. Рочестер), Пенсільванський університет (м. Філадельфія), Стенфордський університет (м. Стенфорд), де ознайомився з низкою робіт у галузі фізики твердого тіла, космічних променів, фізики низьких температур, ядерної та квантової фізики тощо. Науковцем В. М. Дмитрієвим, спільно з двома аспірантами Рочестерського університету була виконана робота, в якій експериментально доведена можливість існування позитивного й

негативного значення вимірюваної напруги при заданому струмі через тунельний контакт при чотириконтактному методі зняття частотно-струмових характеристик. Даний ефект широко використовувався в системі подвоєння або потроєння частоти проходження струму. У цьому ж університеті В. М. Дмитрієв спільно з О. Шапіро виконали роботу, в якій учені дали феноменологічне пояснення наведеної надпровідності в слабо пов'язаних контактах; також було проведено порівняння з експериментальними даними для тонкоплівкових містків.

Відповідно до програм прийому закордонних учених у ФТІНТ проводилися наукові екскурсії в дослідницькі лабораторії інституту. В процесі огляду лабораторій проводилися корисні дискусії та обговорення, які стосувалися результатів досліджень, що мало позитивний вплив як з точки зору отримання корисних наукових контактів, так і щодо зміцнення зв'язків із дослідниками у світових наукових центрах. Так, наприклад, наприкінці січня 1970 р. інститут відвідав американський фізик, професор Мерілендського університету Ф. Кох. Він ознайомився з роботою деяких лабораторій інституту та з дослідженнями ефекту Джозефсона в тунельних контактах із надпровідниковими резонаторами, з кінетичною теорією та теорією високочастотних властивостей надпровідників [130, с. 137; 224, арк. 81].

Продовженням співпраці ФТІНТ із лабораторіями США стало ухвалення рішення про використання результатів досліджень американських вчених із пружності парів кисню. Угоду було укладено на XIII Міжнародному конгресі, присвяченому вивченню проблем із холоду. Конгрес відбувався з 27 серпня по 3 вересня 1971 р. в США (м. Вашингтон). У роботі конгресу брали участь Б. І. Веркін, В. Г. Манжелій, В. М. Дмитрієв. Значний інтерес для науковців ФТІНТ становили доповіді, присвячені дослідженню властивостей технічно важливих зріджених газів та питань теплообміну в кріогенних рідинах. У ФТІНТ раніше вже були використані результати роботи американських учених (I. C. Caleman, R. B. Stewart), якими підготовлені таблиці для більшої кількості

термодинамічних властивостей рідкого та газоподібного азоту в інтервалі температур $70\div 1000$ К і тисків $0\div 1000$ атм. [225, арк. 105–108].

Зацікавленість іноземних партнерів науковими дослідженнями, що проводились у ФТІНТ, підтверджувалась залученням учених інституту до спільних проектів. Так між Українською Академією наук та Національним Бюро Стандартів було досягнуто угоди про співпрацю, що включала обмін фахівцями з кріогенної науки й технології; проведення семінарів із кріогенних проблем, що становлять взаємний інтерес; постійний обмін інформацією у відповідних областях кріогенної науки та технології; спільні публікації спільно виконаних робіт в області кріогенної науки та технології [227, арк. 84]. З 17 січня по 16 липня 1973 р. на стажуванні в США в Національному Бюро Стандартів (м. Вашингтон) знаходився інженер В. В. Жуков. У результаті стажування проведено вивчення методики, устаткування, що застосовувалися в наукових центрах США для проведення експериментів щодо зсуву Найта у металах і сплавах в інтервалі температур від близьких до абсолютного нуля до точки плавлення та в широкому інтервалі концентрацій складових компонентів та домішок. Перебування в науковому центрі дозволило вченим інституту поліпшити якість наукових досліджень, що проводилися за даною тематикою, а також підтвердити вірність та перспективність робіт інституту в цьому напрямку. Була отримана значна кількість новітньої інформації про досягнення вчених ряду провідних наукових центрів США в галузі фізики низьких температур, прикладної та фундаментальної надпровідності, кріоелектроніки, кріогенної техніки та кріогенного матеріалознавства, високотемпературної надпровідності, обчислювальної техніки і друкована документація для реалізації науково-технічних розробок у промисловості [255, арк. 57–61].

ФТІНТ був виконавцем кріогенних програм, що проводилися за Постановою Ради Міністрів України від 17 березня 1977 р. № 141 «Про розвиток та впровадження в народне господарство республіки результатів наукових досліджень з фізики й техніки низьких температур». Упродовж 70–80-х рр. ХХ ст. найбільш плідні та тісні зв'язки були встановлені з відділом

теплофізичних властивостей Національної інженерної лабораторії США (м. Боулдер, Колорадо). Протягом цього періоду у відділі лабораторії США було прийнято близько 5 науковців ФТІНТ. Отримана інформація дозволила істотно скоротити час та обсяг роботи з інформаційного забезпечення кріогенних програм [231, арк. 174; 238, арк. 88–107; 239, арк. 127]. Під час перебування В. А. Ковалю у відділі теплофізичних властивостей Національної інженерної лабораторії США (м. Боулдер, Колорадо) було здійснено інформаційний пошук в автоматизованій системі цього центру, що містило описи близько 500 публікацій за темою «Охлаждение пищевых продуктов» та 134 робіт за темою «Криоизмельчение» [128, с. 84; 242, арк. 22–23]. Завдяки цьому згодом ФТІНТ на Валківському дослідному виробництві були налагоджені лінії кріогенного сублімаційного сушіння та кріоподрібнювачі плодів та овочів.

Для ефективної науково-дослідної роботи у напрямку магнітооптичних досліджень вчені ФТІНТ підтримували тісні наукові зв'язки з лідерами у цій галузі: лабораторією професора Вігена (США, університет Огайо), лабораторією фірми IBM, лабораторією магнетизму (м. Гренобль, проф. Ууберт). В. В. Єременко брав участь у роботі Міжнародних конференцій із магнетизму «Інтермаг-76» та «Інтермаг-83», об'єднаних із щорічною національною конференцією США з магнетизму та магнітних матеріалів. Це давало можливість ознайомитися з роботою американських лабораторій, провідними дослідженнями в області магнетизму та визначитися з найбільш перспективним напрямком розвитку досліджень [270, арк. 99]. Під час участі академіка В. В. Єременка в Міжнародній конференції з магнетизму «Інтермаг-83» у 1983 р. (США) отримана новітня інформація щодо руху доменних границь, генерації та рухів усаїтнених магнітних волокон – солітонів. Це дозволило керівництву та науковцям інституту скоригувати плани досліджень так, щоб значна увага була приділена нелінійній динаміці магнетиків та експериментальному дослідженню магнітних солітонів, враховуючи складність

проблеми для функціональної, фундаментальної фізики та практичних застосувань [243, арк. 96–98]. У результаті врахування пропозицій старшого наукового співробітника О. І. Шкляревського, який протягом двох місяців працював у Наймегенському університеті в Нідерландах, були скорочені витрати часу на проведення наукових досліджень в області мікроконтактної спектроскопії. Ним запропонована віскерна технологія виготовлення мікроконтактів, яка у подальшому використовувалася для створення високостабільних точкових контактів при вимірюваннях у сильних магнітних полях та при вивченні взаємодії електромагнітного випромінювання в мікроконтактах. Виконання робіт, здійснених науковцем у Нідерландах, зажадало б придбання устаткування та витрати матеріалів на суму близько 38,5 тис. дол. [243, арк. 96–98].

Найбільш ефективними у 1984 р. виявилися довготривалі наукові відрядження у достатньо відомі наукові центри провідних країн світу. З 9 лютого під час перебування старшого наукового співробітника канд. фіз.-мат. наук Л. В. Повстяного в Огайському університеті (США) проведено оптичні дослідження температурної залежності краю власного поглинання та спектра оптичних фононів антиферромагнітного напівпровідника з використанням Фур'є-спектрофотометра «Бомем» канадського виробництва вартістю 100 тис. дол., що не мав аналогів у вітчизняному приладобудуванні. Варто зазначити, що оптичні вимірювання при сумарному часі близько 50 годин із використанням рідкого азоту становили б у ФТІНТ близько 2 тис. крб. на годину. Тільки обробка результатів експерименту на ЦЕОМ у ФТІНТ зайняла б близько п'яти годин машинного часу, а самі експерименти зайняли б близько року [244, арк. 85–90].

Відповідно до науково-технічного завдання, головним питанням відрядження молодшого наукового співробітника канд. фіз.-мат. наук С. А. Воронцова в Орегонський університет у США (м. Юджин) з 1 березня по 31 травня стало проведення дослідження орбітального магнетизму

алюмінію та його сплавів. Актуальність такого дослідження було викликана тим, що у ФТІНТ на той час було накопичено великий експериментальний матеріал. Співставлення його з розрахунком дозволило провести детальне вивчення електронного спектра цього широко використовуваного в техніці металу. У процесі роботи розроблено метод розрахунку залежностей орбітальної чутливості алюмінію і його сплавів від рівня хімічного потенціалу. Експеримент проводився в Орегонському університеті з використанням ЕОМ ДЕС–1091. Проведення подібних розрахунків у ФТІНТ, враховуючи завантаження обчислювального центру, зажадало б понад півтора роки. У результаті відрядження науковця значущість економічного ефекту від обміну інформацією становила близько 383,35 тис. крб., а фактичний економічний ефект від проведення дослідження – 108,66 тис. крб. Магнітна стрічка із записом вдосконаленої програми, дві наукові статті були привезені С. А. Воронцовим для проведення подальших розрахунків за допомогою ЕОМ [244, арк. 85–90].

У ФТІНТ підтримувалися міцні закордонні наукові зв'язки з різними науковими установами Франції під час участі у міжнародних конференціях, літніх сесіях тощо. Наприклад, завдяки вивченню архівних документів встановлено, що з 3 липня по 25 серпня 1961 р. В. В. Жуков перебував у літній школі теоретичної фізики у Франції. Участь у літній школі допомогла встановити наукові контакти з деякими зарубіжними вченими. Бесіди, зустрічі з провідними вченими дали можливість ознайомитися з рівнем розвитку актуальних досліджень, які пов'язані з вивченням проблем у галузі фізики низьких температур за кордоном. По закінченні сесії всі курси лекцій були видані у вигляді окремих записок [249, арк. 11].

Завдяки довготривалій V Міжнародній теоретичній конференції з питань зовнішнього тертя та адгезії, що проходила у Франції (м. Париж) з 20 по 28 березня 1968 р. головним інженером відділу № 21 В. Ф. Удовенком були відвідані лабораторії професорів Куртелля та Трилл (м. Блуа), науково-

дослідний центр із гідромеханіки та тертя (м. Сент-Етьєн), Інститут нафти (м. Мальмезон), лабораторію тертя Національного інституту прикладних наук (м. Ліон). Відрядження дозволило не тільки ознайомитися з науковими центрами та інститутами Франції, а також внести деякі пропозиції щодо організації наукової співпраці та питання придбання за кордоном спеціального обладнання. Завдяки міжнародним контактам із іноземними науковцями вчені ФТІНТ отримали можливість переказу на видання книги Дж. Кобе «Обработка поверхностей для повышения износостойкости». У цьому ж році у ФТІНТ була розроблена трибометрична установка для випробування матеріалів на третя і зношування. У 1994 р., на основі результатів тестування установки, була проведена атестація Трибологічною лабораторією Європейського космічного товариства, й установка увійшла до Міжнародного каталогу трибометрів космічного призначення [91, с. 286–287].

Існують давні й традиційні стосунки ФТІНТ з Інститутом Л. Нееля Національного центру наукових досліджень Франції у напрямку низькотемпературного матеріалознавства магнітооптичних досліджень. Першим візитом до м. Гренобля була участь Б. І. Веркіна у VI Міжнародній конференції з кріогенної техніки, яка відбувалася з 11 по 14 травня 1976 р. На конференції обговорювався сучасний стан та проблеми розвитку техніки низьких температур. Це дозволило звернути особливу увагу на необхідність розвитку в інституті техніки великих постійних магнітних полів (соленоїдів Біттелевського типу) [270, арк. 99].

Для подальшого розвитку низькотемпературного матеріалознавства у ФТІНТ та у межах двостороннього співробітництва з 19 квітня по 19 травня 1984 р. в лабораторіях Національного центру наукових досліджень Франції перебував академік АН України В. В. Єременко та старший науковий співробітник д-р фіз. - мат. наук Н. Ф. Харенко. Вченими виконувалася наукова робота за темою «Магнитные и магнитооптические исследования магнетиков» за напрямком фізики магнітних кристалів. Ученими було завершено

дослідження спонтанного двозаломлення лінійно поляризованого світла в антиферромагнітній марганець-германієвій гранаті. У результаті наукової роботи скоординовані плани спільних досліджень у галузі магнітооптичних та фотоіндукційних властивостей антиферромагнітного кристалу. За цей період науковцями було завершено етап дослідження магнітної фазової діаграми антиферромагнетика з аномальними властивостями. У результаті поставлений новий експеримент зі спостереження очікуваного глибокого охолодження кристалів цього класу. Результати роботи знайшли своє відображення у двох наукових статтях та у двох доповідях на конференціях. Сумарний абсолютний економічний ефект даного відрядження становив 437,69 тис. крб. [244, арк. 85–90].

Враховуючи ефективність результатів обміну науковим досвідом, керівництвом інституту розроблені відповідні угоди про науково-технічний обмін між Радянським Союзом та Англією. З квітня по липень 1965 р. провідний інженер лабораторії № 16 В. В. Жуков був відряджений до Англії для проходження стажування в кріогенних лабораторіях. Більшу частину часу він працював у Малардівському кріомагнітному відділі Кларендонської лабораторії Оксфорда. За час перебування у відрядженні, з метою ознайомлення з дослідницькими розробками, які проводились іноземними колегами, вчений побував у наукових короткочасних поїздках до Національної фізичної лабораторії (м. Теддінгтон), Кавендішської лабораторії (м. Кембридж), Імперського технологічного коледжу (м. Лондон) та відвідав фірму Oxford Instrument Company Limited. У результаті довготривалого відрядження та проведення наукових досліджень була опублікована стаття у співавторстві з Р. А. Страдлінгом у журналі "Proceedings of the Physical Society" за темою «Исследование циклотронного резонанса в кремнии при температурах до 200 К» [216, арк. 44–47]. У 1970 р. з 2 квітня по 2 жовтня Ю. А. Кириченко виконував спільне дослідження на тему «Некоторые вопросы динамики быстро растущих пузырей» у Імперіал коледжі. В Англії вчений ознайомився з

роботою науково-дослідних установ із проблем теплообміну. [223, арк. 122–123, 128–131; 224, арк. 78–79].

Необхідно зазначити, що за час перебування в Англії (18 січня–8 лютого 1986 р.) завідувачим лабораторією, д-ром фіз. - мат. наук В. А. Міхєєвим, з метою виконання досліджень в області наднизьких температур та дослідження властивостей гелію в Сассекському університеті (м. Байрон), була проведена значна робота щодо ознайомлення з установками для отримання наднизьких температур, які в Радянському Союзі тільки починали створюватися. Безсумнівно, що для якнайшвидшого запуску розроблених установок та створення нових рефрижераторів із ядерним розмагнічуванням надзвичайно корисним був досвід роботи науковця, здійсненої на зарубіжних аналогах [247, арк. 71–78].

З початку 80-х рр. ХХ ст. у ФТІНТ творчі зв'язки було розширено з науково-дослідною лабораторією Торонто. За час відрядження до Канади старшим науковим співробітником В. Б. Плужниковим у Торонтському університеті виконані експерименти на монокристалах магнітовпорядкованих речовин – дігерманіді заліза, однодоменному хромі, діалюмінії церію та силіцидах марганцю, а також у гідратах паладію та гідратах паладієвих сплавів із радієм, чистих елементів – скандії та ітрії. Отримана нова інформація про природу доменів у магнітовпорядкованих речовинах стимулювала появу низки теоретичних розробок та здійснення нових експериментальних досліджень. Для проведення спільних робіт університет Торонто витратив 13 тис. канадських доларів на придбання рідкого гелію, 4,6 тис. канадських доларів на придбання досліджуваних зразків із лабораторій Англії та США. Необхідно відзначити, що в той час у Радянському Союзі таких зразків не було. Загальна сума витрат на проведення досліджень складала 24,8 тис. канадських доларів із урахуванням 7,2 тис. канадських доларів на оплату перебування В. Б. Плужникова в Канаді. Для виконання цих досліджень було надано унікальне першокласне обладнання вартістю 200 тис. канадських доларів. Крім того, за результатами виконаної

роботи було опубліковано п'ять статей у наукових журналах, висвітлення результатів відбулося на двох міжнародних конференціях [243, арк. 96–98].

Також цього року інститут приймав з 25 травня по 7 червня професора Торонтського університету Дж. Перца (Канада). Метою перебування вченого було проведення спільних досліджень електронної структури металів та впорядкованих сплавів. Були розпочаті спільні роботи з дослідження g -факторів [243, арк. 102–104]. У 1986 р. для продовження розпочатих досліджень старший науковий співробітник канд. фіз.-мат. наук Г. Є. Гречаний перебував у Торонтському університеті. Вченими було проведено спільне теоретичне дослідження зонної структури та g -факторів електронів провідності в перехідних металах та розроблено комплекс програм для визначення орбіт електронів. Також була підготовлена наукова інформація для обміну у вигляді статей, довідників, монографій. Результатом дослідження стало отримання пакетів прикладних програм та інтегральних мікросхем [247, арк. 71–78].

У відділі квантових рідин і кріокристалів велися роботи з розробки та виготовлення рефрижераторів. Тому у 1977 р. (січень–березень) канд. фіз.-мат. наук В. А. Міхеєв проходив двомісячне наукове стажування в Гельсінському університеті. Унаслідок отриманої інформації вченим вдалося поліпшити роботу рефрижераторів для отримання наднизьких температур шляхом використання вдосконаленої конструкції теплообмінників; розроблена методика вимірювання наднизьких температур; виготовлена вдосконалена конструкція кріостату для одержання наднизьких температур методом розчинення гелію-3 в гелії-4 і ядерного розмагнічування [165, арк. 2–3; 231, арк. 97].

Результатом участі В. І. Старцева в наукових експериментах Кристалографічного конгресу в Нідерландах у 1975 р. стала розробка та створення сциляторів разом із Інститутом монокристалів [227, арк. 84]. У подальшому в Інституті монокристалів цикл робіт «Розробка пластмасових сциляторів багатофункціонального призначення» було продовжено та у 2016 р.

подано на здобуття Державної премії України у галузі науки і техніки. Важливо зазначити, що пластмасові сцилятори стали основою для експериментів над детектором зіткнень у Фермолабі (CDF – The Collider Detector at Fermolab) [96; 83; 84].

Протягом 1984 р. інститут відвідало 17 учених із провідних країн світу. Так, наприклад, перебування західнонімецького професора Д. Кольба стало корисним завдяки можливості отримати важливу наукову й технічну інформацію про стан зарубіжних досліджень у перспективних напрямках кріогенної фізики, матричної ізоляції та фізичної хімії поверхні. Корисними виявилися відомості про апаратуру та нові методи досліджень. Важливим результатом візиту професора Д. Кольба виявилось ознайомлення з технікою фотоелектронної емісії, використаної для аналізу електронної структури поверхневих станів [244, арк. 85–90].

Використовуючи зарубіжний досвід колег після участі в Міжнародному конгресі у 1985 р. з мікроструктур та механічної поведінки матеріалів у Китайській Народній Республіці (м. Сіань), старший науковий співробітник канд. фіз.-мат. наук В. А. Москаленко запропонував новий метод визначення коефіцієнта в'язкості руйнування, який завдяки застосуванню компактного зразка та більшого простору методу випробувань дозволяє проводити вимірювання на стандартному обладнанні аж до гелієвих температур, забезпечуючи економічний ефект на кожну випробувальну установку більш 20 тис. крб. [255, арк. 111–119].

Візит японських лікарів Т. Ямаучі, Т. Такахаші, К. Ізухара, К. Міури надав можливість широкому колу науковців Харкова та Києва ознайомитися з новими методиками лікування різних захворювань людини за допомогою глибокого охолодження. Іноземні вчені продемонстрували фільми про результати лікування хворих на поліартрит, обговорювалися конструкція камери кріотерапії та можливе співробітництво в цій галузі. Візит надав поштовх до обговорення можливості й доцільності створення за участю ФТІНТ

у Харкові камери для екстремальної кріотерапії. Проект камери для екстремальної кріотерапії було організовано пізніше, у середині 90-х рр. XX ст., в ІПКіК [243, арк. 102–104].

У 2006 р. Г. В. Камарчуком і І. К. Янсоном уперше виявлені газочутливі властивості точкових контактів із простих металів і контактів на основі нанотрубок. Висновок учених відкриває реальні перспективи створення надчутливих газових сенсорів для практичної медицини. У 2009 р. дослідження були продовжені в рамках міжнародної програми PICS CNRS Франції та Українською Академією наук "Точково-контактні газочутливі сенсори" [91, с. 116].

В умовах лімітованого фінансування наукових досліджень збоку українських органів влади, науковці ФТІНТ беруть участь у європейських грантах на науково-дослідні роботи. Так з 2012 до 2014 рр. в межах міжнародного партнерства з Лейбницьким інститутом (Leibniz Institute for Solid State and Materials Research) (м. Дрезден) ФТІНТ проводив цикл досліджень із актуальної тематики - високотемпературні надпровідники на основі заліза. З 2016 р. дослідження продовжилися за рахунок фонду Volkswagen на базі тристороннього співробітництва між Україною, Росією та Німеччиною "Synthesis, theoretical examination and experimental investigation of emergent investigation iron-based superconductors".

ФТІНТ мав широкий спектр закордонних зв'язків із установами, дослідними та навчальними закладами США, Японії та провідних європейських країн. Наукове співробітництво з іноземними вченими базувалося на читанні лекцій, участі в літніх школах, виконанні спільних тем, відвідуванні та ознайомленні з дослідною та лабораторною базою колег. Це, у свою чергу, допомагало вченим інституту визначитися з актуальністю наукових тематик, скоротити термін виконання досліджень та заощадити на коштовному обладнанні тощо.

Спільні науково-технічні проекти інституту з науковими установами країн Східної Європи. Важливо зазначити, що співпраця

співробітників ФТІНТ та укладання договорів інституту проводилися не тільки з провідними країнами світу, також інститут мав широкі та постійні зв'язки з багатьма підприємствами, науково-дослідними інститутами, проектними та конструкторськими організаціями, вищими навчальними закладами країн, які входили до Ради Економічної Взаємодопомоги (РЕВ). Із року в рік помітно збільшувалася кількість наукових відряджень. Поряд із цим постійно йде обмін науковою літературою, зразками техніки. Про розширення співпраці свідчать дані, що наведені в таблиці (таблиця 3.5). Зв'язки інституту характеризувалися спільним виконанням цілого ряду науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, науковою та технічною допомогою, проведенням взаємних консультацій тощо. У результаті братньої співдружності в інституті були отримані вагомі результати по ряду науково-дослідних робіт.

Так при аналізі архівних документів інституту було знайдено інформацію, що науковцями інституту в 1963 р. був врахований та використовувався досвід учених чехословацької лабораторії, які розробили нову технологію виготовлення приладів для переливання рідкого гелію та водню. Також упроваджений прилад форсованого режиму гелієвого зрідження ГС-2, що був розроблений чехословацькими вченими. У кріогенному корпусі науковцями інституту вивчалася можливість автоматизації процесу зливу рідкого гелію зі зріджувальних машин, який розроблений та застосований чехословацькими вченими. Вченими інституту ядерної фізики АН Чехословаччини для розробки було передано до конструкторського бюро інституту нові типи вакуумних вентилів із дистанційним керуванням та вакуумні ущільнювачі конструкції [157, арк. 41].

Але, незважаючи на ефективність використання зарубіжного досвіду, з даних таблиці 3.5 ми бачимо, що перше десятиліття не було насичене закордонними відрядженнями. Базуючись на архівних документах, ми встановили, що вчені інституту не змогли взяти участь у ряді важливих конференцій у зв'язку з тим, що листи та повідомлення сектору наукових зв'язків із зарубіжними організаціями приходили пізніше терміну проведення

конференцій, стажувань. Так, наприклад, через несвоєчасне надходження інформації про проведення заходів у 1966 р. науковці не змогли взяти участь у Чехословацькій науковій конференції з диференційних рівнянь та їх застосування, а також у ряді інших конференцій. Також співробітники ФТІНТ були невдоволені роботою бюлетеня міжнародних наукових з'їздів, конференцій та конгресів, що видається Всесоюзним інститутом наукової та технічної інформації АН України з приводу несвоєчасного отримання інформації [215, арк. 6].

Таблиця 3.5

Динаміка наукових відряджень учених інституту та прийом іноземних учених [193, арк. 11; 157, арк. 24–27; 158, арк. 36–37; 215, арк. 59; 160, арк. 44–47; 198, арк. 66–68; 162, арк. 87–92; 164, арк. 81–88; 165, арк. 102–109; 168, арк. 78–81; 169, арк. 102–108; 199, арк. 57–83; 200, арк. 64–82; 202, арк. 105–110; 214, арк. 99–107; 175, арк. 93–102; 207, арк. 72–81; 208, арк. 76–86; 180, арк. 108–122; 184, арк. 87–96; 186, арк. 103–107; 188, арк. 95–124; 190, арк. 111–121; 191, арк. 71–84; 217, арк. 18; 192, арк. 27–31]

Роки	Кількість відряджень учених ФТІНТ за кордон	Кількість іноземних учених, прийнятих у ФТІНТ
1961–1965	9	0
1966–1970	30	15
1971–1975	57	9
1976–1980	102	108
1981–1985	159	112
1986–1990	66	22
Усього:	423	266

У 1967 р. науковці відділу під керівництвом професора А. Д. Мишкіса спільно з працівниками обчислювального центру Латвійського державного університету, Ризького політехнічного інституту повністю закінчили роботу за темою: «Математическое изучение процессов, происходящих в системах с конечным числом степеней свободы и в сплошных средах». У результаті спільної роботи були виявлені нові математичні закономірності, які у подальшому знайшли своє використання під час вивчення теорії

диференційних рівнянь, теорії стійкості механічних систем, у задачах гідродинаміки та інших суміжних областях. По закінченню дослідження вченими було опубліковано понад 20 статей, присвячених цим темам [218, арк. 73; 219, арк. 58; 229, арк. 78].

Кооперація у проведенні наукових пошуків ФТІНТ із країнами, які працювали по лінії РЕВ, дозволила інституту поглибити й розширити результативність власних досліджень. Ефективність співробітництва можна оцінити, в першу чергу, за скороченням термінів виконання наукових завдань, тому що теми спільних робіт були складовими частинами тематики інституту.

Фахівці ФТІНТ брали участь у проведенні фундаментальних та прикладних досліджень із академічними інститутами НДР, ЧССР, ПНР та НРБ як у межах двостороннього міжакадемічного співробітництва, так і в межах діяльності РЕВ. Спільно з інститутами країн-учасників РЕВ ФТІНТ брав участь у розробці фундаментальних проблем кріомікроелектроніки, фізичного матеріалознавства й структури нуклеїнових кислот у межах досліджуваних тем із двостороннього співробітництва АН СРСР і АН НДР.

У межах програм із науково-технічної співпраці ФТІНТ працював із польськими інститутами: Інститутом низьких температур та структурних досліджень ПАН, Інститутом фізики ПАН, Інститутом молекулярної фізики ПАН, Інститутом біохімії та біофізики ПАН, Інститутом електроніки ПАН та ін. Спільно з академічними інститутами Польщі ФТІНТ у межах двостороннього співробітництва АН СРСР й ПАН та багатостороннього співробітництва брав участь у розробці фундаментальних проблем, пов'язаних із дослідженнями магнітних та резонансних явищ, дослідженнями в області біомагнетизму та наднизьких температур, дослідженнями особливостей структури води та водних розчинів та ін. В цілому слід зазначити, що участь ФТІНТ у міжнародному науково-технічному співробітництві відбувалася на взаємовигідних засадах із інститутами-партнерами академій наук соціалістичних країн і давала можливість суттєво скоротити терміни виконання

власних планових робіт, набувати дефіцитні прилади, матеріали, зразки тощо [244, арк. 91].

Відповідно до міжурядової угоди про науковий обмін між АН СРСР та Польською Народною Республікою з жовтня 1970 р. по жовтень 1971 р. у ФТІНТ проходив стажування науковець з ПНР (м. Вроцлав) Ч. Сулковський з Інституту низьких температур та структурних досліджень. У рамках спільних наукових досліджень польський науковець детально ознайомився з такими роботами, які виконувались у ФТІНТ: вивчення теплових властивостей надпровідників, дослідження температурної залежності теплопровідності і теплоємності сплавів тугоплавких надпровідників (ніобію, титану, цирконію); тунельний ефект у надпровідниках, застосування тунельної спектроскопії для вивчення різних збуджень у бар'єрному шарі та в надпровідниках, що входять до тунельного контакту; поглинання ультразвуку в надпровідниках; вплив квантового розмірного ефекту на надпровідні характеристики тонких плівок. За результатами виконаних досліджень за участю Ч. Сулковського була підготовлена стаття до журналу «Фізика твердого тіла» на тему «Температурная зависимость амплитуды квантовых осцилляций сопротивления тонких пленок олова» та подана в міжнародний журнал «Thin Jolid Films» стаття «Пространственное квантование в тонких пленках олова» [225, арк. 104–108; 226, арк. 25, 123]. На річному стажуванні у відділі електронних властивостей твердих тіл ФТІНТ знаходився співробітник Інституту низьких температур та структурних досліджень Польської АН Т. Кшіптонь. Результатом довготривалої співпраці стало вирішення проблеми нелінійної кінетики та властивостей надпровідників у сильно нерівноважних станах [231, арк. 93, 102].

З середини 70-х рр. XX ст. ФТІНТ був учасником двосторонньої співпраці за темою 4.2 «Исследование магнитооптических свойств материалов» зведеного плану співробітництва АН СРСР та Польської академії наук (ПАН). З боку ПАН у співпраці брали участь Інститут фізики ПАН (м. Варшава),

Інститут молекулярної фізики (м. Познань). Уже наприкінці 70-х рр. XX ст. розроблена методика дослідження магнітооптичних матеріалів у сильних магнітних полях та при низьких температурах; було досліджено лінійне та кругове подвійне світозаломлення в монокристалах магнітовпорядкованих ортоферитів рідкісних земель; за допомогою магнітооптичного метода була вивчена фазова діаграма та проміжний стан при фазовому переході антиферомагнетизм – слабкий феромагнетизм в ортоферитдиспрозію [232, арк. 73].

З 30 січня по 15 травня 1979 р. у ФТІНТ спільно з дослідниками з ПНР А. Єжевським та Я. Мухою були проведені великі та складні дослідження теплового розширення кристалічних азоту, оксиду вуглецю, діоксиду вуглецю в області температур від 0 до 20 градусів за шкалою Кельвіна та N_2O в області від 2 до 90 градусів за шкалою Кельвіна. Отримані результати були принципово важливими, тому що вперше дозволили надійно розділити для найпростіших молекул кристалів із лінійними молекулами вклади в теплове розширення обертового руху молекул та трансляційних коливань. Отримані наукові результати дали поштовх відкриттю нового напрямку досліджень у Польському інституті низьких температур та структурних досліджень [233, арк. 1–7; 234, арк. 10].

З 1979 р. ФТІНТ включений як здобувач у програму робіт із проблеми «Разработка и создание опытных участков сверхпроводящих и криорезистивных линий электропередач, а также оборудования и материалов к ним» відповідно до угоди про науково-технічне співробітництво країн-членів РЕВ. Згідно з планом були проведені випробування досліджуваного зразка ротора надпровідного турбогенератора потужністю до 5 МВт; розроблена методика про визначені механічні, теплофізичні та електронні властивості двох марок неіржавіючих сталей і трьох марок титанових сплавів; розроблена установка для дослідження кипіння гелію в обертових порожнинах при великих інерційних перевантаженнях; розроблено робочі термоперетворювачі для інтервалу температур 4,2–100 К, освоєно їх виготовлення і проведено

підготовку виробництва для їх промислового випуску на дослідному заводі ФТІНТ; розроблений та виготовлений макет вимірювача температури типу ТП–1, класу 0,05; розроблений та виготовлений макет прецизійного стабілізатора постійного струму [171, арк. 3–11; 233, арк. 1–2].

У межах програми науково-технічного співробітництва за проблемою «Исследования в области биологической физики» інститут проводив роботу з Інститутом біохімії та біофізики ПАН з підтеми 1.2.2 «Природа внутри- и межмолекулярных взаимодействий, которая определяет структуру нуклеиновых кислот». Керівником досліджень був д-р фіз.-мат. наук І. К. Янсон. Для роботи за цією темою з 15 травня по 10 червня 1980 р. в ПНР перебували канд. фіз.-мат. наук А. Б. Теплицький та старший науковий співробітник канд. фіз.-мат. наук Л. Ф. Суходуб. Під час відрядження науковцями були отримані термодинамічні характеристики гідратації похідних азотистих основ нуклеїнових кислот. Також результатом співпраці стало отримання кількісних характеристик взаємодії основ нуклеїнових кислот із водою та розробка на їх основі структурно-енергетичної моделі гідратації основ. Отримані експериментальні результати використовувалися для побудови теорії взаємодії кислот із водою. На основі отриманих результатів ученими підготовлено три спільні публікації. Результатом відрядження стали практичне завершення програми робіт, передбачене міжінститутським робочим планом на 1978–1980 рр., та розробка програми досліджень на 1981–1982 рр. за темою 6.1.1 «Особенности структуры воды и водных ресурсов. Состояние воды в гетерогенных системах» [236, арк. 108–109; 237, арк. 4–5; 240, арк. 87–88].

ФТІНТ брав участь у виконанні програми науково-дослідних робіт із проблеми «Разработка и создание опытных участков сверхпроводящих линий электропередач, а также оборудования и материалов к ним», введеної в узгоджений план багатосторонніх інтеграційних заходів країн-членів РЕВ (керівник робіт – д-р фіз.-мат. наук І. Ф. Харченко). Вченими було проведено дослідження міцних та пластичних властивостей надпровідних кабелів марок

НТ-50 та НТ-60 при низьких температурах. У результаті дослідження фахівцями встановлено, що в діапазоні температур від 9 до 10 градусів за шкалою Кельвіна відбувається різке зниження пластичності кабелів. Також досліджено температурну залежність електроопору та магнітну сприйнятливості ряду конструкційних матеріалів (алюміній, нікель, неіржавіючі сталі, титанові сплави), що застосовуються в конструкціях електропередач [236, арк. 108–109].

З 1983 р. між ФТІНТ та Інститутом низьких температур й структурних досліджень ПАН існував договір про те, що у ФТІНТ буде проводитися частина досліджень із вивчення теплопровідності кристалів, із проблем вивчення надпровідності, дослідження кріокристалів, тепломасообміну, сильних магнітних полів, утилізації енергоресурсів тощо. Це було пов'язано з тим, що співпраця з західними країнами у Польщі була припинена. Польські лабораторії не отримували імпортного обладнання та матеріалів. Так, зокрема, відсутність гелію-3 зупинила розвиток важливих робіт в області наднизьких температур. У межах двостороннього співробітництва АН СРСР та ПАН у 1985 р. інститут брав участь у виконанні 2-х тем: «Исследования и применение магнитных материалов» та «Особенности структуры воды в модельных биологических системах». За результатами спільних досліджень опубліковано 10 наукових статей у радянських та міжнародних журналах. Ефективність співробітництва полягає в тому, що використання обладнання вирішило поставлені завдання в більш короткі терміни та з меншими витратами.

У 1985 р. науковці ФТІНТ продовжили співробітництво з Інститутом електроніки ПАН у межах цільової комплексної програми Ш–20 «Радиофизика и электроника СВЧ». Ученими були проведені експериментальні та теоретичні дослідження термодинамічних властивостей SQUID й неадіабатичних процесів у надпровідних квантових інтерферометрів. У результаті виявлено нове явище, що приводить до немонотонної залежності часу життя від висоти (інтеграла дії) потенційного бар'єру. Виявлено нові ефекти на вольт-амперних сигналах та амплітудно-частотних характеристиках SQUID і випадкові (стохастичні) явища

у SQUID на змінному струмі. Теоретична модель, що дозволила пояснити більшість ефектів, створена науковцем з Інституту Електроніки Болгарської академії наук С. Тінчевим [246, арк. 111–119].

Участь провідних співробітників інституту в міжнародних конференціях, конгресах, з'їздах, виставках, прийом зарубіжних учених сприяли широкому розвитку в інституті фундаментальних та прикладних досліджень, зокрема, із слабкої надпровідності, надпровідникового електромашинобудування тощо. Новітня інформація допомагала зрозуміти тенденцію розвитку фізики низьких температур, скоротити час пошуку найбільш перспективних напрямків досліджень, сприяла отриманню новітньої інформації про досягнення зарубіжних учених у перспективних галузях науки [255, арк. 64–83].

У ФТІНТ підтримувалося тісне міжнародне співробітництво з НДР. У рамках дипломатичних відносин між СРСР та НДР у 1973 р. з 8 по 13 січня в НДР проходив науковий семінар на базі підприємства «Комбінат Роботрон» за темою «Сверхпроводящие принципы для техники обработки информации». Семінар був організований на основі рішень спільного урядового колоквиуму з питань науково-технічного співробітництва між СРСР та НДР у галузі прогнозування техніки обробки інформації, який раніше відбувся у 1972 р. у Москві. З боку НДР семінар був проведений із метою детального інформування радянських фахівців про одержані підприємством «Комбінат Роботрон» результати в галузі використання надпровідності для створення пристроїв накопичення та обробки інформації з метою отримання конкретних пропозицій про можливість використання цих результатів у Радянському Союзі. Участь у нараді «Комбінат Роботрон» привела до скорочення терміну вибору відповідних надпровідних магнітометрів, завдяки інформації, отриманої в результаті поїздки С. І. Бондаренка в НДР, проведений критичний розбір методів створення надпровідних містків та намічено ряд нових перспективних рішень у розробці слабкої надпровідності [255, арк. 64–83].

Науково-технічний прогрес сучасного суспільства залежить від розвитку прикладної надпровідності й, зокрема, надпровідного приладобудування.

Відрядження в НДР сприяли отриманню інформації про можливості створення ЕОМ та запам'ятовуючих пристроїв на основі надпровідних принципів, а також створення приладів на основі надпровідних структур. Учасники семінару ознайомилися також із роботами з прикладної надпровідності, проведеними в Університеті ім. Ф. Шиллера в Німеччині (м. Йєна). Важлива інформація, отримана в результаті відрядження, використовувалась при розробці надпровідникових приладів у відділах інституту [211, арк. 64–83]. Співпраця з Німецькою АН дозволила науковцям ФТІНТ у стислий термін, практично за три роки, розробити й створити два комплекси магнітокардіографів, які не поступаються, а за деякими характеристиками і переважають кращі зарубіжні зразки [246, арк. 111–119].

Посиленню ефективності науково-технічних зв'язків ФТІНТ сприяли накази директора інституту № 122 від 12 грудня 1980 р. «Про заходи щодо науково-організаційного забезпечення співробітництва ФТІНТ АН УРСР з науково-дослідними центрами країн РЕВ», № 87 від 08 вересня 1980 р. «Про плани наукового співробітництва ФТІНТ з науковими установами Німецької АН на 1981–1985 рр.» [243, арк. 95–100]. У 1985 р. відповідно до плану наукової співпраці АН СРСР із академіями соціалістичних країн науковці ФТІНТ брали участь у реалізації 11 програм: з двостороннього академічного співробітництва виконувалося 9 завдань, з організаціями НДР за трьома темами: «Исследования в области фундаментальных проблем микроэлектроники»; «Избранные применения криоэлектронных приборов и устройств с экстремальными параметрами»; «Изучение структуры нуклеиновых кислот». Також виконувалася одна тема з багатостороннього співробітництва в межах РЕВ з біофізики (з підприємствами та організаціями ПНР, НДР) та одна цільова комплексна програма з науково-дослідними організаціями ПАН «Радиофизика и электроника СВЧ» [245, арк. 1–3].

Співробітництво з науковими центрами ЧССР розвивалось у ФТІНТ із кінця 70-х рр. ХХ ст. з наряду низькотемпературного магнетизму. Вже у

1980 р. в результаті спільної роботи В. Єременка, Г. С. Нікольського та А. Б. Безносова були вивчені й сформульовані основи теорії деяких електронних властивостей сплавів кадмій–цинк. Побудовано модельну функцію Гамельтона щодо рідкісноземельного металу, визначено роль орбітального моменту зонних складів альфа- типу та sd-гібридизації. Кооперація у проведенні цих досліджень дозволила прискорити на 3–5% термін виконання робіт ФТІНТ із метою виконання відповідних завдань [235, арк. 36].

В. В. Єременком та А. І. Звягіним отримані важливі результати, що дали можливість проведення дослідження динамічних властивостей доменних структур магнітного проміжного стану, досліджень зі створення ґрат багатофазних циліндричних доменів із метою використання багатофазних доменних структур для запису та відпрацювання інформації. Вищезгаданих результатів удалося досягти завдяки високій якості монокристалів та мінімально тонкому надповерхневому прошарку, які були отримані під час використання дорогого устаткування з польської сторони [235, арк. 30; 236, арк. 109–110; 237, арк. 5–6].

Відповідно до проблемно-тематичних планів співробітництва АН СРСР та ЧСАН у 1985 р. ФТІНТ брав участь у виконанні робіт із різними інститутами ЧСАН за п'ятьма темами. У результаті наукового співробітництва вчених ФТІНТ і вчених інститутів Чехословацької АН були опубліковані 5 статей у спеціалізованих наукових журналах, зроблено 4 доповіді на міжнародних конференціях.

Також ФТІНТ був виконавцем контракту в межах академічного обміну. Так у 1989 р. ФТІНТ поставляв в Інститут фізики напівпровідників АН НДР рефрижератори розчинення для отримання наднизьких температур, для Чехословацької АН – склопластикові гелієві кріостати. У свою чергу, інститутом було отримано 3 персональних комп'ютери типу «Роботрон» та дві копіювальні машини типу «Зекоп». Для НДІ концернівського підприємства «Шкода» (ЧССР) на контрактній основі через В/О «Зовнішня техніка»

виконувались дослідження фізико-механічних властивостей сталей для надпровідних електричних машин [248, арк. 27–33].

З вивчення та аналізу архівних документів нами встановлено, що ФТІНТ підтримував та з року в рік збільшував наукові зв'язки з широким колом підприємств, науково-дослідних інститутів, лабораторій вищих навчальних закладів держав, які входили до РЕВ. Зв'язки інституту характеризувалися науковими відрядженнями вчених за кордон, прийняттям іноземних науковців, протягом відрядження виконувалися науково-дослідні та конструкторські роботи, ознайомлення з новими методами дослідження та технічною базою, постійно проводилися взаємні консультації, ішов обмін дослідними зразками та науковою інформацією, що не була оприлюднена. У результаті такої братньої співдружності з науково-дослідними установами ЧССР, ПНР, НДР, НРБ та іншими в інституті були отримані вагомі результати щодо ряду науково-дослідних робіт.

Висновки до розділу:

У розділі розкрито результативність спільних комплексних проєктів ФТІНТ із науковими центрами та галузевими підприємствами країни та значимість їх інтегрування у сферу виробництва, окреслено напрями двостороннього міжнародного співробітництва ФТІНТ з науково-дослідними установами провідних країн світу.

Встановлено, що колектив ФТІНТ брав активну участь у розробці методів та апаратів для кріомедицини. У ФТІНТ розроблено метод прискорення стерилізації пластикових мішечків для зберігання крові під тиском за допомогою суміші водяної пари з повітрям, який знайшов застосування на обласних станціях заготівлі крові та в інститутах переливання крові в системі Міністерства охорони здоров'я. З 1966 р. в обласному онкологічному диспансері успішно використовувалась установка для створення запасів кісткового мозку, що дозволило вдосконалити засоби лікування таких хвороб, як радіаційне опромінення та ін. У 1969 р. відбулася презентація нового приладу на міжнародному симпозіумі «Служба крові» у Москві, який отримав відзнаку – диплом другого ступеня в галузі кріомедицини. Встановлено, що протягом 1971 р. завдяки розробкам вчених ФТІНТ у харківських лікарнях зроблено понад 300 успішних операцій з пересадження кісткового мозку, шкіри та суглобів хворим. У середині 80-х рр. ХХ ст. із впровадженням стоматологічного електродіагностичного апарату «СЕДА-1» та стоматологічного кріотерапевтичного апарату АСК-6 в Інституті удосконалення лікарів річний економічний ефект від використання цих двох апаратів склав 78,66 тис. крб. На початку 90-х рр. ХХ ст. в ІПКіК за підтримки науковців ФТІНТ створено камеру екстремальної кріотерапії. У 2016 р. науковцями ФТІНТ закінчено розробку медичного приладу для діагностування раку шлунку.

Розкрито, що на основі фундаментальних досліджень явищ надпровідності в умовах низьких температур провідними фахівцями ФТІНТ

розроблена унікальна високочутлива геофізична апаратура для індикації слабких сигналів електромагнітного випромінювання в інфрачервоному діапазоні частот і випромінювання малих змін магнітних полів. За допомогою нових сконструйованих пристроїв стало можливим проведення аналізу складу верхніх шарів атмосфери, необхідного при геофізичній розвідці з метою пошуку корисних копалин. Восени 1976 р. на замовлення Американської геологорозвідувальної експедиції та Ботубінської експедиції Якутського територіального геологічного управління Міністерства геології проведені випробування апаратури на залізорудному родовищі, розташованому в південній частині Якутії, у 120-ти кілометрах від траси Байкало-Амурської магістралі, для пошуку залізорудних покладів. На підставі отриманих даних були складені карти, де різні породи позначалися різними «температурними відтінками». Аналогічний метод і установку використовували в окремих областях України (Полтавській та Чернігівській).

Доведено, що ФТІНТ був провідним центром в розробці та впровадженні кріогенного машинобудування. Наприкінці 70-х рр. XX ст. в інституті розроблено і випробувано метод та особливі контейнери для тривалого зберігання делікатесної риби, де постійно підтримувався «туман» парів рідкого азоту при температурі мінус 2 градуси. Впровадження нової техніки на підприємствах «Южрибопромрозвідки» (м. Керч), продемонструвало, що навіть після десяти днів транспортування риби, вона залишається якісною.

На початку 80-х рр. XX ст. колективом інституту розроблено принципово нові умови транспортування швидкопсувних продуктів та нові авторефрижератори ALKA різної вантажопідйомності (3, 11 і 22 тони), у яких в якості джерела холоду і захисного середовища використовувався рідкий азот. За розробку даного методу група вчених нагороджена Державною премією СРСР. Керівництвом Державного виробничого об'єднання «Харківавтотранс» прийнято рішення про необхідність впровадження нової розробки на своїх підприємствах. Для внутрішньоміських перевезень швидкопсувних продуктів інститут розробив та виготовив авторефрижератори з азотною системою

охолодження типу НАСТ, економічний ефект на одну машину складав 14,9 тис. крб. З 1988 р. розпочався серійний випуск великотоннажних авторефрижераторів для міжнародних перевезень швидкопсувних продуктів.

Встановлено, що науковцями ФТІНТ проводились консультації інженерно-технічних кадрів різних підприємств країни з метою ознайомлення їх із новітньою інформацією. Найбільш поширеною та дієвою формою зв'язку інституту з виробництвом було здійснення спільних науково-дослідних та конструкторських робіт. На початку 60-х рр. ХХ ст. у ФТІНТ для Сумського заводу електронних мікроскопів і автоматики розроблено ядерний магнітний релаксометр, що набув широкого використання в наукових дослідженнях. У другій половині 60-х рр. ХХ ст. інститутом розроблені нові методи з математичного планування контролю якості та управління з використанням ЕОМ для впровадження в будівництві для тресту «Харківоргтехбуд». Дані системи використовували під час будівництва заводу «Центромет» у м. Куп'янськ, а також на хімічному комбінаті у м. Шостка і в одному з цехів заводу «Серп и молот» у м. Харків.

Важливим здобутком співробітниками інституту та фахівців ленінградського виробничого об'єднання «Электросила» ім. С.М. Кірова стала розробка у лютому 1984 р. експериментального електрогенератора потужністю 5 тис. кВт з надпровідною обмоткою збудження, що є моделлю першого промислового електрогенератора, потужність якого передбачалася у 300 тис. кВт. Цей винахід дозволив підвищити одиничну потужність генератора в 2,5–3 рази, не змінюючи при цьому його вагових параметрів, з використанням явища надпровідності, яке виникає в деяких матеріалах за дуже низьких температур, коли електричний струм йде по провіднику без опору, а значить і без втрат енергії, завдяки чому у таких машин дуже високий коефіцієнт корисної дії.

Висвітлено співпрацю з зарубіжними науково-дослідними центрами. Показано, що ФТІНТ мав широкий спектр закордонних зв'язків з дослідними та навчальними закладами провідних країн світу (США, Японія, ФРН, Англія,

Швейцарія, Франція, Італія, Нідерланди, Данія та ін.). Наукове співробітництво з іноземними науковцями базувалось на участі у спільних наукових конференціях, симпозіумах та семінарах, відвідуванні та ознайомленні з дослідною та лабораторною базою для проведення наукових досліджень.

Досліджено, що у результаті місячного наукового стажування вчених у Швейцарії у 1978 р. на базі отриманої інформації у ФТІНТ виготовлені прилади для електрофорезу, що відповідали аналогічним закордонним зразкам. Після проведення наукових досліджень у відділі теплофізичних властивостей Національної інженерної лабораторії США (м. Боулдер, Колорадо) в інституті розроблено та виготовлено установки для криогенного сублімаційного сушіння та подрібнення плодів і овочів, що введені в експлуатацію на Валківському дослідному виробництві. Візит японських лікарів надав можливість ознайомитися з новими методиками лікування різних захворювань людини за допомогою глибокого охолодження та надав поштовх до створення у середині 90-х рр. XX ст. першої в Україні камери для екстремальної кріотерапії.

Дослідження ґрунтується на аналізі фактів, які засвідчують, що фахівці інституту брали активну участь у проведенні фундаментальних та прикладних досліджень з академічними інститутами НДР, ЧССР, ПНР та НРБ як в межах двостороннього міжакадемічного співробітництва, так і в межах діяльності Ради Економічної Взаємодопомоги (РЕВ). Колектив інституту брав участь у розробці проблем кріомікроелектроніки, фізичного матеріалознавства і структури нуклеїнових кислот у межах двостороннього співробітництва АН СРСР і АН НДР. Це дало можливість ФТІНТ суттєво скоротити терміни виконання власних планових робіт, отримати дефіцитні прилади, матеріали, зразки тощо. Співпраця з АН НДР тільки за однією темою дозволила ФТІНТ у стислий термін, практично за три роки, розробити й створити два комплекси магнітокардіографів, які не поступаються кращим зарубіжним аналогам, а за деякими характеристиками і перевершують їх.

На підставі вивчення документальних джерел встановлено, що у ході виконання робіт за планами наукового співробітництва в проектах РЕВ

інститут проводив дослідження процесів слабкопов'язаного формування надпровідних тонких шарів, джозефсоновських SQUID структур, розробляв технологію їх виготовлення з метою отримання відтворюваних та стабільних характеристик для створення надпровідних квантових інтерферометрів різного призначення. Кінцевим результатом цих розробок стало створення надпровідних магнітометрів для геофізичних досліджень і магнітної кардіо- та енцефалографії високого розрізнення.

Отже, науковий доробок вітчизняних вчених свідчить про їх вагомий внесок у становлення та розвиток кріофізики в Україні, підвищення економічного ефекту розробок у багатьох галузях промисловості за рахунок впровадження нових методів та техніки у виробництво.

ВИСНОВКИ

1. Здійснений аналіз сучасного стану наукової розробки теми дисертаційного дослідження засвідчив відсутність комплексних історичних праць щодо процесу становлення та розвитку кріофізики у період з 30-х рр. XX ст. до початку XXI ст. З'ясовано, що комплекс наявних праць радянського періоду та часів незалежності України лише фрагментарно розкриває історію кріофізики. Встановлено, що з другої половини XX ст. напрям низькотемпературної фізики набув стрімкого розвитку, що пов'язано з впровадженням нової техніки у виробництво. Але внаслідок того, що багато науково-дослідних тем були заборонені до розголошення, у істориків не було наявної інформації для всебічних досліджень. Лише після 1991 р. у результаті політичних змін в Україні для істориків науки відкрилися матеріали для досліджень, а фахові науковці з галузі кріофізики отримали право висвітлювати результати своєї наукової роботи в історичних працях. Така фрагментарність історіографічних напрямлень зумовлює актуальність даного дослідження.

Систематизовано джерельну базу дослідження, яку сформовано з різних за походженням матеріалів. Автором опрацьовано понад 133 архівні справи із 11 фондів 6 архівів України. З них 62 документи залучено до наукового обігу вперше. Важливою складовою стали монографії вчених інституту, наукові статті у періодичних виданнях тощо. Завдяки комплексному використанню архівних документів та опублікованих джерел вдалося здійснити аналіз, дати оцінку діяльності ФТІНТ і показати значення доробку вчених інституту. Методологічною основою дисертаційного дослідження стали принципи історизму, об'єктивності, всебічності та соціальний підхід. Для отримання достовірних науково-значущих результатів використовувались загальнонаукові та загальноісторичні методи наукового дослідження, поєднання яких дозволило відтворити процес становлення та розвитку наукових досліджень у галузі кріофізики у період з 30-х рр. XX ст. до початку XXI ст.

2. На основі узагальнення й аналізу відомостей щодо розвитку галузі кріофізики запропоновано періодизацію наукових досліджень. Передумовами зародження напряму досліджень з кріогенної фізики є період до 30-х рр. XX ст., коли у світі діяла лише одна кріогенна лабораторія у Лейденському університеті. З початку 30-х до початку 40-х рр. XX ст. починають розгортатися експериментальні та наукові роботи у новій галузі досліджень – кріогенні лабораторії відкриваються у СРСР, США, Англії, Німеччині. Також, у цей період ученими відкрито явище надпровідності рідкого гелію. У період Другої світової війни низькі температури отримують практичне використання для створення нового типу зброї та військової техніки. У післявоєнні роки, з початком розвитку металургійної та хімічної промисловості, активно використовуються зріджені гази та, поряд з цим, активно починає розвиватися кріогенне матеріалознавство. Від 50-х рр. XX ст. до сьогодення кріогеніка є галуззю прикладної науки та техніки.

Доведено, що поштовхом розвитку в Україні досліджень у галузі низьких температур стало створення у 1928 р. у Харкові УФТІ та організації у ньому в 1931 р. кріогенної лабораторії. Піонерські дослідження науковців інституту в галузі кріофізики, зроблені ще у 30-х рр. XX ст. Л.В. Шубніковим, Б.Г. Лазарєвим, І.М. Ліфшицем та іншими, заклали основу багатьох досліджень для фізики твердого тіла, структурних і теплових досліджень кріокристалів, кріогенних матеріалів та ін., які залишаються актуальними й нині.

3. Узагальнено та реконструйовано процес інституціоналізації галузі фізики низьких температур в Україні. Доведено, що розвиток наукових досліджень з кріофізики пов'язаний з відкриттям УФТІ наприкінці 20-х рр. XX ст. та організацією на його базі кріогенної лабораторії під керівництвом Л.В. Шубнікова. Наведено та охарактеризовано найвагоміші дослідження та відкриття вчених, які працювали в кріогенній лабораторії інституту: відкриття ефекту Шубнікова де Гааза, яке створило умови для проведення досліджень у нових напрямках фізики квантових і гальванометричних явищ; відкриття явищ антиферромагнітного фазового переходу, яке зіграло величезну роль у

поширенні досліджень у галузі фізики магнетизму і фазових переходів; виявлення проміжного стану надпровідників; вперше в СРСР розпочаті дослідження в області фазових переходів гелію, отверділих газів, кріогенних рідин та дослідження теплоти анізотропії при вимірюванні теплоти плавлення гелію-2. Друга половина XX ст. характеризується значним зростанням інтересу до розвитку досліджень у фізиці, відкриттям науково-дослідних центрів і установ. Одним із перспективних напрямів фізики стала кріофізика. Широкий спектр галузей її застосування (імітування у лабораторних умовах космічного простору, дослідження з міцності металів, надпровідність, спеціальна медицина та біологія) вимагав від науковців значно вищої кваліфікації та відповідного фінансування. У зв'язку з цим у 1960 р. прийнято рішення про організацію спеціалізованого науково-методичного центру з кріофізики у Харкові – ФТІНТ, де здійснювались експериментальні та теоретичні наукові дослідження у галузі фізики надпровідності, нормальних металів, магнетизму, кріокристалів, рідкого та твердого гелію та галузі фундаментальної і прикладної математики. Охарактеризовано розвиток формування наукових напрямів ФТІНТ.

4. Уперше на основі узагальнення відомостей щодо розвитку наукових досліджень ФТІНТ розроблено і обґрунтовано його періодизацію. Початковим періодом діяльності ФТІНТ (60-ті – 70-ті рр. XX ст.) можна вважати час формування наукового колективу інституту, створення відділів та розвиток наукових напрямків, отримання перших наукових досягнень вчених. У період активної наукової діяльності ФТІНТ (кінець 80-х рр. – початок 90-х рр. XX ст.) проводилися наукові дослідження у галузях фізики ВТНП, мезоскопічних систем, відбувалося розширення досліджень з вивчення фізичних властивостей гелію в області кріогенних температур. Сучасний період діяльності ФТІНТ (з 1991 р. по сьогодні) визначається пошуком нових актуальних досліджень у галузі кріофізики та організацією міжнародних проектів.

Обґрунтовано внесок у розроблення питань кріофізики наукових шкіл ФТІНТ. Науковою школою фізиків-кріогенщиків (академік АН України

Б.І. Веркін), до складу якої входило багато відомих вчених: академіки АН України В.В. Єременко та І.М. Дмитренко, члени-кореспонденти АН України І.О. Кулік, В.Г. Манжелій, І.К. Янсон, професори І.В. Свічкарьов, І.Я. Фуголь, Ю.П. Благий, Ю.А. Кириченко та ін., вивчено: електронні властивості нормальних металів, фундаментальну прикладну надпровідність, високотемпературну надпровідність, процеси переносу в матеріалах і системах, структуру і механічні властивості матеріалів при низьких температурах, властивості кріогенних кристалів і рідин, молекулярна біофізика, фізика і техніка наднизьких температур. Науковою школою низькотемпературного магнетизму (академік АН України В.В. Єременко), представниками якої є академік АН України Н.Ф. Харченко та С.Л. Гнатченко, член-кореспондент НАН України А.І. Звягін, доктори фізико-математичних наук А.І. Беляєва, Ю.А. Богод, Ю.Г. Літвіненко, Є.В. Матюшкін, В.М. Науменко, Ю.А. Попков, Ю.Н. Цзян, В.В. Шапіро та ін., вивчено властивості магнітовпорядкованих кристалів та проведено дослідження зі спектроскопії та магнітооптики антиферомагнетиків.

Обґрунтовано, що у ФТІНТ успішно проводили науково-дослідні роботи у галузі спеціального матеріалознавства, спеціальної медицини, вивчення властивостей рідкого і твердого гелію, дослідження теплових процесів та використання нових конструкційних матеріалів у розробці технології зварювання конструкцій кріогенної техніки. До здобутків ФТІНТ належить відкриття у 1974 р. методу мікроконтактної спектроскопії, який став новим інструментом для вивчення взаємозалежності електропровідності від типу квазічасткових збуджень у металевих системах, що наразі широко застосовують у провідних світових лабораторіях.

Математичне відділення ФТІНТ стало показником тісного зв'язку математики як з теоретичними, так і з експериментальними дослідженнями фізиків. До основних напрямів діяльності математичного відділення належали дослідження з теорії поверхонь, зокрема з теорії пружних оболонок; розвиток сучасних методів функціонального аналізу та теорії функцій; спектральна

теорія операторів; теорія обчислювальних процесів, розробка обчислювальних алгоритмів, програмування і машинна реалізація рішень прикладних задач. Дослідження науковців ФТІНТ стали потужною базою подальшого розвитку кріофізики в Україні.

5. Доведено, що одним із важливих напрямів діяльності ФТІНТ була співпраця з науково-дослідними установами та підприємствами країни. Наукові зв'язки характеризувались виконанням спільних наукових і дослідно-конструкторських робіт, наданням консультативної наукової та технічної допомоги, проведенням консультацій для інженерно-технічного складу потужних підприємств різних галузей народногосподарського комплексу. Інститут мав плідні зв'язки з провідними науково-дослідними установами АН УРСР, такими як: Інститут радіофізики та електроніки (м. Харків), Інститут електрозварювання ім. Патона, Інститут металофізики, Інститут проблем матеріалознавства, Інститут органічної та неорганічної хімії, Інститут механіки (м. Київ) та ін.; з багатьма підприємствами, проектними та конструкторськими організаціями, вищими навчальними закладами України. ФТІНТ підтримували зв'язки з науково-дослідними установами АН СРСР, такими як: ІФП (м. Москва), ФТІ, Інститут напівпровідників (м. Ленінград), Інститут фізики металів (м. Свердловськ) та ін.

На базі вивчення та аналізу архівних матеріалів досліджено динаміку виконання договорів інститутом та доведено економічний ефект від впровадження нової техніки. Результати науково-дослідних робіт ФТІНТ застосовувались у розробці та створенні бортової малогабаритної апаратури для охолодження приймачів у головках наведення ракетних приймачів, детекторів інфрачервоного випромінювання та лазерів на борту космічної техніки. У співпраці з Інститутом машинознавства ім. А.А. Благонравова було здійснено експериментальні дослідження з вивчення механічних властивостей матеріалів при впливі кріогенних температур і лабораторної імітації умов космічного простору.

Як показав аналіз галузевого дослідництва, діяльність ФТІНТ сприяла успішному вирішенню науково-технічних та виробничих завдань у багатьох напрямках господарського комплексу країни, створенню нової техніки, апробації результатів досліджень у сільському господарстві, медицині, надпровідниковому електромашинобудуванні, геологорозвідки, кріогенної техніки, матеріалознавстві тощо. Проаналізовано та надано характеристику результатів спільних наукових проєктів, що були впроваджені у сферу виробництва: кріохірургічні апарати, розроблені та виготовлені в інституті, ефективно використовувалися в офтальмології, нейрохірургії, стоматології, гінекології; унікальна високочутлива геофізична апаратура та нові методи використовувались для дистанційного геофізичного пошуку корисних копалин. Економічно вигідним було використання систем азотного охолодження харчових продуктів за умов їх тривалого зберігання та транспортування: впровадження авторефрижераторів з азотною системою охолодження типу НАСТ-3 значно збільшувало економічний ефект.

Фактично, в даний час більшість напрямів фізики низьких температур в значній мірі визначає фундаментальні засади для розвитку таких областей, як розробка перспективних матеріалів і створення нових пристроїв для енергетики, мікроелектроніки, приладобудування і телекомунікацій. Найбільш перспективними напрямками фундаментальних і прикладних досліджень у кріофізиці зараз є: низькотемпературний магнетизм, фізичні основи квантової інформатики, нанокристалічні та наноструктурні структури, кріомедицина та ін.

6. Розкрито, що міжнародна співпраця із закордонними науково-дослідними центрами східно- та західноєвропейських країн допомагала значно прискорити темпи наукових досліджень і отримати новітню інформацію у галузі кріофізики. Інститут співпрацював з країнами – учасниками РЕВ (ЧССР, ПНР, НДР та ін.) та провідними країнами світу (США, Японія, Англія, Данія, Італія, Франція, Нідерланди та ін.). ФТІНТ реалізовано низку спільних проєктів на основі міжнародних програм та двосторонніх договорів про наукову

співпрацю, проведено конференції, симпозіуми, семінари, наукове стажування, читання лекцій. Ефективність співробітництва можливо оцінити, в першу чергу, економією матеріальних фондів за рахунок використання дорогого устаткування, скорочення термінів виконання наукових завдань, тому що теми спільних робіт були складовими частинами тематики інституту.

Доведено, що виконання спільних проектів сприяло підвищенню авторитету ФТІНТ у світі як науково-дослідного центру у галузі фізики низьких температур. Міжнародна співпраця ФТІНТ з науковими закладами США у галузі фізики низьких температур дала поштовх для розвитку нового напрямку в дослідженнях – кріомедицини. У подальшому розробки хірургічного низькотемпературного медичного інструменту у ФТІНТ не поступались іноземним аналогам та знайшли використання у медичних закладах. На базі спільної роботи з японськими вченими на початку 90-х рр. XX ст. уперше в Україні створено камеру екстремальної кріотерапії. У 2016 р. науковцями ФТІНТ презентовано новий медичний прилад, що дозволяє діагностувати рак шлунку на ранніх стадіях.

7. Обґрунтовано вагомий внесок ФТІНТ у підготовку фахівців вищої кваліфікації для галузі кріофізики. На основі архівних документів вивчено динаміку роботи аспірантури. З 1960 р. у ФТІНТ працює науково-технічна рада з проблеми «Фізика низьких температур і кріогенної техніки» та наукова рада, яка на той момент була єдиною в Академії наук, що брала до захисту одночасно кандидатські й докторські дисертації зі спеціальностей: фізика низьких температур, теоретична фізика, магнетизм, фізика твердого тіла, надпровідність, математичний аналіз, математична фізика, геометрія. З'ясовано, що науковці ФТІНТ поєднували науково-дослідну діяльність в інституті з викладацькою у вищих навчальних закладах Харкова. За ініціативою та підтримкою провідних науковців інституту у 1977 р. на фізико-технічному факультеті ХПІ було відкрито кафедру кріогенної техніки, на радіофізичному факультеті ХДУ у 1978 р. – кафедру біофізики. Вчені надавали значну підтримку в підготовці спеціальних лекцій та формуванні матеріально-

технічної бази для фізичних факультетів та кафедр ХПІ та ХДУ. На базі вивчених архівних документів проаналізовано динаміку проходження курсової та переддипломної практики у ФТІНТ, яка засвідчила зростання інтересу молодих фахівців до вивчення кріофізики.

8. Доведено визначальний вплив науковців ФТІНТ на розвиток і популяризацію галузі кріофізики. Українськими вченими організовано загальноміський семінар з фізики низьких температур, який проводився двічі на місяць, де доповідалися роботи з надпровідності, електронної теорії металів, феро- та антиферомагнетизму, теорії пластичності, квантових генераторів і підсилювачів – мазерів і лазерів, нейтронографії та ефекту Мессбауера, радіоастрономії, біофізики тощо. На наукових семінарах обговорювалися оригінальні новаторські роботи, що виконувалися співробітниками ФТІНТ та інших наукових установ. Для обговорення актуальних питань з математичної фізики, обчислювальної математики, підвищення кваліфікації інженерів при обчислювальному центрі ФТІНТ організований загальноміський постійно діючий семінар для математиків.

Висвітленню здобутків українських учених у галузі кріофізики в Україні та світі сприяє науковий журнал «Фізика низьких температур», який видається на базі ФТІНТ з 1975 р. одночасно російською та англійською («Low Temperature Physics») мовами. Тематика наукового журналу охоплює актуальні проблеми фізики низьких температур: надпровідність, низькотемпературний магнетизм, наноструктури при низьких температурах, фізичні властивості кріокристалів та ін. Журнал входить до п'ятірки найпрестижніших фізичних журналів світу. Так, в рейтингу періодичних фізичних журналів України за імпакт-фактором згідно індексу наукового цитування за 5 років він зайняв перше місце (0,846), а наукометричної системи Web of Science у 2016 р. – третє місце (0,804).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академия наук Украинской ССР. Труды института физики. Выпуск 6. Киев : Издательство АН УССР, 1955. 147 с.
2. Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я. История физики и техники. Москва : Просвещение, 1965. 17 с.
3. Дорфман Я. Г. Магнетизм // Развитие физики в СССР. В 2 кн. / Под. Ред. Н. В. Орловского. Москва : Наука, 1967. Кн. 1. С. 344 – 357.
4. Н. Н. Боголюбов (к 60-летию со дня рождения). *Успехи физических наук*. 1969. Т. 98, Вып. 4.
5. Шпольский Э. В. Оценки по истории развития советской физики. 1917 – 1967. Москва : Наука, 1969. 144 с.
6. Линдер Г. Картина современной физики. Москва : Мир, 1977. 272 с.
7. Иоффе А. Ф. О физике и физиках. Ленинград : Наука, 1977. 260 с.
8. Льюис Марио. История физики. Москва : Изд. Мир, 1979. 464 с.
9. Голин Г. М. Хрестоматия по истории физики. Классическая физика. Москва : Высш. школа, 1979. 272 с.
10. История Академии наук Украинской ССР. Киев : Наук. думка, 1979. 835 с.
11. Храмов Ю. А. Научные школы в физике. Киев : Ин-т теорет. Физики АН УССР, 1979. 73 с.
12. Кордун Г. Г. Історія фізики. Київ : Вища шк., 1980. 335 с.
13. Евтихеев Н. Н., Басавец В. Л., Губенко М. М. История науки в высших учебных заведениях. *Вопросы истории естествознания и техники*. 1982. № 3. С. 108–114.
14. Прохоров А. М. Физика СССР: Этапы большого пути. *Успехи физических наук*. 1983. Т. 140. Вып. 4. С. 699–708.
15. Храмов Ю. А. Физики: Биографический справочник. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Наука, 1983. 400 с.

16. Наука и техника СССР, 1917–1987 гг.: Хроника. Москва : Наука, 1987. 759 с.
17. Храмов Ю. А. Научные школы в физике. Киев : Наукова думка, 1987. 400 с.
18. Храмов Ю. А. История формирования и развития физических школ на Украине. Киев : Феникс, 1991. 216 с.
19. Телецкий В. М. Развитие Академии наук УРСР у період будівництва комунізму // Історія Академії наук Української РСР: У 2 кн. К. : Голов. ред. УРЕ АН УРСР, 1967. Кн. 1. С. 179–288.
20. Лазарев Б. Г. Развитие исследований по физике низких температур на Украине. *Укр. Физ. Журн.* 1967. 12. № 11. С. 1761–1776.
21. Балабекян О. И. Физика низких температур в СССР: В 2 кн. Москва : Наука, 1967. Кн. 1. С. 377–429.
22. Немошкаленко В. В., Новиков Н. В., Пелых В. М. Академия наук Украинской ССР. Киев : Наукова думка, 1969. 275 с.
23. Брандт Н. Б. Физика низких температур // Развитие физики в России: Очерки. В 2 т. / под ред. А. С. Предводителя, Б. И. Спасского. Москва : Просвещение, 1970. Т. 2. С. 117–155.
24. Шпак М. Т., Корзун Г. Г. Физика // Научно-технический прогресс в Украинской ССР (1961–1970 гг.). / редкол.: А. А. Штернов, И. З. Штокало и др. Киев : Наукова думка, 1971. С. 76–100.
25. Храмов Ю. А. Развитие исследований по физике на Украине в физических институтах (1926–1976 гг.). Часть 1. Киев : Препринт Ин-та теор. физики 1978. 71 с.
26. Храмов Ю. А. Развитие исследований по физике на Украине в физических институтах (1926–1976 гг.). Часть 2. К. : Препринт Ин-та теор. физики, 1978. 60 с.
27. Харьковский Физико-технический институт / составитель К. К. Прядкин. Киев : Наукова думка, 1978. 143 с.

28. 50 лет Харьковскому физико-техническому институту. Київ : Наукова думка, 1978. 319 с.
29. Лазарев Б. Г. Роль УФТИ в развитии исследований по физике и технике низких температур. Развитие криогеники на Украине. Киев : Наукова думка. 1978. С. 3–4
30. История Академии наук Украинской ССР / редкол.: Б. Е. Патон и др. Киев : Наук. Думка, 1979. 835 с.
31. Тонкаль В. Е., Пелых В. М., Стогний Б. С. Академия наук Украинской ССР / под ред. И. К. Походин. Киев : Наукова думка, 1979. 445 с.
32. Академія наук Української РСР. Київ : Наук. думка, 1980. 434 с.
33. Безуглый П. А., Галкин А. А., Кан Я. С. Развитие криогеники на Украине. Киев : Наукова думка, 1987. 224 с.
34. Веркин Б. И., Гредескул С. А., Пастур Л. А., Фрейман Ю. А., Храмов Ю. А. Л. В. Шубников и физика низких температур. Москва :Знание, 1989. 64 с.
35. Шубников Л. В. Избранные труды. Воспоминания / ред. Веркин Б. И. К. : Наукова думка, 1990. 352 с.
36. Оноприенко В. И., Щербань Т. А., Луговский А. Г., Кислов В. В. Создатели новой техники в Украинской ССР. Киев : Наукова думка, 1990. 140 с.
37. Веркін Борис Ієремійович // Український радянський енциклопедичний словник. Т. 3. Київ : Голов.ред. УРЕ АН УРСР, 1966. Т. 1. 312 с.
38. Веркін Борис Єремійович // Історія Академії наук Української РСР. У 2 кн. К. : Голов.ред. УРЕ АН УРСР, 1967. Кн. 2. 508 с.
39. Библиографический указатель трудов сотрудников Физико-технического института низких температур АН УССР (1961–1969 гг.). Харьков : ФТИНТ АН УССР, 1970. 209 с.

40. Веркін Борис Ієремійович // Український радянський енциклопедичний словник / 2-е вид. К. : Голов.ред. УРЕ АН УРСР, 1978. Т. 1. 208 с.
41. 60-летие академика АН УССР Б.И.Веркина. *Металлофизика*. 1979. 1. № 1. С. 125–126.
42. 60-річчя академіка АН УРСР Б.Є. Вєкріна. *Вісник АН УРСР*. 1979. № 8. С. 105–106.
43. Борис Иеремиевич Веркин. К шестидесятилетию со дня рождения. *ФНТ*. 1979. 5. № 8. С. 953–954.
44. Дмитренко И. М., Кириченко Ю. А., Манжелей В. Г., Свечкарев И. В. Борис Иеремиевич Веркин (Библиография ученых Украинский ССР). Киев : Наукова думка, 1989. 80 с.
45. Храмов Ю. О., Палій В. М. Академія наук України – 75 (персональний склад). / 2-е вид., доп. і перероб. Київ : Наукова думка, 1993.
46. Кордун Г. Г. Історія фізики: навч. посібник. / 3-е вид., перероб. і доп. Київ : Вища школа, 1993. 279 с.
47. Академія наук України / за ред. А. П. Шпака. Київ : Наук. думка, 1993. 192 с.
48. Гарбуз В. И. Хроника. *Проблемы криобиологии*. 1995. № 3, С. 55–56.
49. Онопрієнко В. І. Історія української науки XIX – XX століть : навч. пос. Київ : Либідь, 1998. 304 с.
50. Ахиезер А. И. Развивающаяся физическая картина мира Харьков : ННЦ ХФТИ, 1998. 340 с.
51. Павленко Ю. В., Ранюк Ю. Н., Храмов Ю. А. «Дело» УФТИ 1935–1938. Киев : Феникс, 1998. 324 с.
52. Кульчатский С., Павленко Ю., Руда С., Храмов Ю. Історія Національної академії наук України суспільно-політичному контексті 1918–1998. Київ : Фенікс, 2000. 528 с.

53. Ранюк Ю. М. Лабораторія № 1. Ядерна фізика в Україні Харків : Акта, 2001. 588 с.
54. Садовий М. І. Наукові фізичні школи в Україні (науково-методичні матеріали в допомогу учителям та студентам). Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. 160 с.
55. Лазарев Б. Г. Жизнь в науке. Избранные труды. Воспоминания. Харьков : ННЦ. ХФТИ, 2003. 702 с.
56. Вихованці Харківського університету. Біобібліогр. Довідник. Харьков : Авто-Енергія, 2004. 250 с.
57. Майорченко В. Н., Бабаєв В. М., Шутенко Л. М. та інші. Харків – 350. Історія, сучасність, стратегія розвитку: історико-економічний огляд. Харків : Золоті сторінки, 2004. 320 с.
58. Бесов Л. М. Історія науки і техніки. 3-е вид., переробл. І доп. Харків : НТУ «ХПІ», 2005. 276 с.
59. Таньшина А. В. Засновники харківських наукових шкіл у фізиці. Харьков : Квант, 2005. 630 с.
60. Блох А. М. Советский Союз в интерьере нобелевских прями. Факты. Документы. Размышления. Комментарии. / 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. 880 с.
61. Храмов Ю. А. История физики. Киев : Феникс, 2006. 1176 с.
62. Бреславський Д. В., Ларін А. О. Зародження і розвиток системи фізико-технічної освіти в Україні. *Наука та наукознавство*. 2007. № 2. С. 76–82.
63. Таньшина А. В. Нариси з історії сучасної фізики. Харків : Квант, 2007. 552 с.
64. Почесні члени Харківського університету. Біографічний Довідник. Харків : Тимченко, 2008. 312 с.
65. Грищенко В. И. Достижения криобиологии и криомедицины во имя здоровья нации. *Проблемы криобиологии*. Т. 18, 2008, № 3. С. 269–274.

66. Толок В. Т., Коган В. С., Власов В. В. Физика и Харьков. Харьков : Тимченко, 2009. 408 с.
67. Теоретическая физика на физическом факультете Харьковского университета. / сост. В. В. Ульянов. Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. 40 с.
68. Литвинко А. С. Становлення статистичної фізики в Україні (30–40 рр. ХХ ст.). Київ : Фенікс, 2009. 220 с.
69. Литвинко А. С. Микола Боголюбов та статистична фізика в Україні. Київ : Академперіодика, 2009. 304 с.
70. Покровский В. А. Масс-спектрокопия наноструктурированных систем. *Поверхность*. 2010. Вып. 2(17). С. 63–93.
71. Ломов В. М. 100 великих научных достижений России. Москва : ООО «Издательский дом «Вече», 2011. 570 с.
72. Храмов Ю. О. Історія фундаментальних ідей, теорій та відкриттів. Київ : Фенікс, 2012. 816 с.
73. Садовий М. І., Трифонова О. М. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навчальний посібник. Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 436 с.
74. Ильин В. А. История физики: Учеб. Пособие для студ. высш. пед. учебн. заведений. Москва : Издательский центр «Академия», 2013. 272 с.
75. У истоков института проблем криобиологии и криомедицины. *Міжнародний медичний журнал*. 2017. № 3. С. 93–96.
76. Таньшина А. Стоит напомнить: «Этого нигде не было». Украина, Харьков, УФТИ. *East European journal of Physics*. 2018. Vol. 5. № 1. Р. 81–101.
77. Аристотель. Физика. Движение и его виды. Физика элементов // Студопедия. URL : https://studopedia.ru/14_38424_aristotel-fizika-dvizhenie-i-ego-vidi-fizika-elementov.html (дата звернення: 23.05.2017).
78. Физика низких температур // Академик. URL : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/5150/ФИЗИКА> (дата звернення: 23.05.2017).

79. Низкие температуры // Большая советская энциклопедия. URL : <https://bigenc.ru/physics/text/2267494> (дата звернення: 23.05.2017).

80. Донецкому физико-техническому институту им. А. А. Галкина – 50 лет // Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина. URL : <http://www.donfti.ru/main/donetskomu-fiziko-tehnicheskomu-institutu-im-a-a-galkina-50-let/> (дата звернення: 23.05.2017).

81. К истории криогенной лаборатории УФТИ-ННЦ «ХФТИ» (фрагменты) // Национальный научный центр ХФТИ. URL : https://www.kipt.kharkov.ua/itp/lazarev/2_2_3.html (дата звернення: 23.05.2017).

82. Грищенко В. И. Достижения криобиологии и криомедицины во имя здоровья нации. *Проблемы криобиологии*. 2008. Т. 18. № 3.

83. Прометей в оковах: как Харьков был столицей технологий // Forbes Украина. URL : <http://forbes.net.ua/magazine/forbes/1366094-prometei-v-okovah-kak-harkov-byl-stolicej-tehnologij> (дата звернення: 23.05.2017).

84. Ключі від таємниць всесвіту // Урядовий кур'єр. URL : <http://ukurier.gov.ua/uk/news/klyuchi-vid-tayemnic-vsesvitu/> (дата звернення: 20.08.2018 р.).

85. Пономаренко Л. П. Передумови формування сучасної магнітооптики // Історія науки і техніки проблеми дослідження, викладання, гуманізація освіти. Тези доп. Всеукраїнської науково-практичної конференції, Дніпропетровськ, 25–27 травня 1994 р., с. 112.

86. Пономаренко Л. П. Краткий очерк развития магнитных исследований в Украине. *Очерки истории естествознания и техники*. 1995. Вып. 42. С. 86–108.

87. Пономаренко Л. П. Вклад харьковской экспериментальной школы низкотемпературного магнетизма в современную магнітооптику. *Очерки истории естествознания и техники*. 1995. Вып. 42. С. 67–85.

88. И. М. Дмитренко. Рождение института (очерки становления ФТИНТ АН УССР). Харьков : Наукова думка, 1998. 138 с.

89. Б. И. Веркин, как мы его помним / ред. Еременко В. В., Свечкарев И. В. Киев : Наукова думка, 2007. 384 с.
90. Старцев В. В. Физика и лирика реальных кристаллов. Харьков : Наукова думка, 2010. 147 с.
91. Физико-технический институт низких температур им. Б. И. Веркина 50 лет / ред. Гнатченко С. Л. Киев : Наукова думка, 2010. 541 с.
92. К 40-летию отдела электронных кинетических свойств металлов Физико-технического института низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины 1970–2010 / ред. Комник Ю. Ф., Колесниченко Ю. А. Харьков : Наукова думка, 2010. 62 с.
93. Сотрудники ФТИНТ им. Б. И. Веркина НАН Украины –лауреаты премий // ФТИНТ. URL : ilt.kharkov.ua/bvi/general/laur-r.html (дата звернення: 10.09.2017)
94. Харьковские ученые узнают рак по выходу // Сегодня. URL : <https://www.segodnya.ua/print/regions/kharkov/harkovskie-uchenye-uznayut-rak-po-vydohu-767611.html> (дата звернення: 20.08.2018 р.).
95. В Харькове разработали уникальный медицинский прибор // Status QUO. URL : http://www.sq.com.ua/rus/news/novosti/17.11.2016/v_harkove_razrabotali_unikalny_u_meditsinskiy_pribor/ (дата звернення: 20.08.2018 р.).
96. Ключі від таємниць всесвіту – стаття про пластмасові осцилятори для фізики високих енергій // Науково-технічний комплекс «Інститут монокристалів» НАН України. URL : <http://www.isc.kharkov.com/uk/activity/news/2016-12-23-10-54-40> (дата звернення: 20.08.2018 р.).
97. Боровик-Романов А. С. К 100-летию со дня рождения П. Л. Капицы. *Успехи физических наук*. 1994. № 12. Т. 164. С. 1251–1258.
98. Пономаренко Л. П., Храмов Ю. А. Петр Леонидович Капица (к 100-летию со дня рождения). *Science and science of science (Наука и науковедение)*. 1995. 1(2). С. 141–150.

99. 70-летие академика НАН Украины Еременко. *Вестник НАН Украины*. 2002. № 8. С. 58–59.
100. 70-летие академика В. Г. Манжеля. *Вестник НАН Украины*. 2003. № 5. с. 69–70.
101. Александров В. А., Арнольд В. И., Борисенко А. А., Борисов Ю. Ф., Залгаллер В. А., Кутателадзе С. С., Марченко В. А., Милка А. Д., Решетняк Ю. Г., Сабитов И. Х. Алексей Васильевич Погорелов (некролог). *Успехи математических наук*. 58:3(351). 2003. С. 173–175.
102. 80-річчя академіка НАН України І. М. Дмитренка. *Вісник НАН України*. 2008. № 8. С. 62 – 64.
103. Березанский Ю. М., Котляров В. В., Марченко В. А., Маслов К. В., Новиков С. П., Рофе-Беков Ф. С., Самойленко А. М., Синай Я. Г., Хруслов Е. Я., Щербина М. В. Леонид Андреевич Пастур (к 70-летию со дня рождения). *Успехи математических наук*. 2008. т. 63. № 1 (379). С. 190–191.
104. Оболенский М. А. Борис Иеремиевич Веркин. *Universitates*. 2010. № 2. С. 35, 45.
105. Александров Ю. В. А. В. Погорелов. *Universitates*. 2010. № 2. С. 23, 35.
106. Владимир Александрович Марченко. (Биобиблиография ученых). НАН Украины. К. : Академперіодика, 2012. 56 с.
107. 80-річчя академіка НАН України В. В. Єременка. *Вісник НАН України*. 2012. № 7. С. 81–83.
108. Вадим Григорьевич Манжелей (Библиография ученых). Отв. ред. В. А. Константинов, В. Н. Самоваров. К. : Академперіодика, 2013. 53 с.
109. В.Н. Варюхин, В.И. Каменев, В.Н. Криворучко Александр Александрович Галкин (1914–1982) К столетию со дня рождения. *Физика низких температур*. 2014. Т. 40. № 7. С. 735–736.
110. Еременко В. В. О себе и моих учителях, коллегах, друзьях. URL : <http://scientists-academia-ussr.blogspot.com/2014/04/blog>

post_5526.html?view=flipcard (дата звернення: 20.04.2014 р.).

111. Овчаренко Ю. С. Основні етапи розвитку та досягнення ФТІНТ. *Вісник НТУ «ХПІ» Історія науки і техніки*. 2012. № 42(948). С. 87–95.

112. Овчаренко Ю. С. Науковий доробок Б. Є. Веркіна в галузі фізики низьких температур. *Вісник НТУ «ХПІ» Історія науки і техніки*. 2013. № 48(1021). С. 100–107.

113. Овчаренко Ю. С. Володимир Марченко та розвиток фізичної математики у ФТІНТ. *Гуржіївські історичні читання: Збірник наукових праць*. 2013. Випуск 6. С. 137–139.

114. Овчаренко Ю. С. Роль Б. І. Веркіна та його учнів у розвитку фізики низьких температур. *Українознавчий альманах*. 2013. Випуск 14. С. 196–198.

115. Овчаренко Ю. С. Внесок харківських учених у розвиток фізики низьких температур. *Українознавчий альманах*. 2014. Випуск 17. С. 319–322.

116. Ткаченко С. С., Овчаренко Ю. С. Участь Харківського Фізико-технічного інституту низьких температур у спільних науково-технічних проектах у 60 – 80 рр. XX ст. *Дослідження з історії техніки*. 2015. № 4(36). С. 15–21.

117. Ovcharenko I. S. Development of Low Temperatures in Kharkov from the 30th to the first part of 90th years of the XX century. *European Applied Sciences*. 2015. № 3. p. 13–15.

118. Овчаренко Ю. С. Співпраця Фізико-технологічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАНУ з підприємствами України у 70-х рр. XX ст. *Історія науки і біографістика*. 2014. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/INB_Title_2014_1_14.pdf (дата звернення: 10.12.2014 р.).

119. Овчаренко Ю. С. Закордонні зв'язки ФТІНТ у 60-ті – 80-ті роки XX ст. *Дослідження з історії техніки, збірник наукових праць*. Випуск 21. 2015. С. 21–25.

120. Овчаренко Ю. С., Ткаченко С. С. Роль учених Фізико-технічного інституту низьких температур у підготовці науково-технічних та інженерних кадрів у період 60-90-х рр. XX ст. *Історія науки і біографістика*. 2017. № 4.

URL : <http://inb.dnsgb.com.ua/2017-4> (дата звернення: 24.04.2017 р.).

121. Овчаренко Ю. С. Життя заради науки. *Міжнародна науково-теоретична конференція студентів і аспірантів «Україна і світ: гуманітарно-теоретична еліта та соціальний прогрес»* : матеріали конф. Харків, 21–22 квітня, 2010 р. С. 187–189.

122. Овчаренко Ю. С. Розвиток та фундаментальні дослідження ФТІНТ. *17-та Всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки та освіти та спеціалістів: «Пріоритети української науки і техніки»* : матеріали конф. Київ, 20 квітня 2012 р. С. 199–201.

123. Овчаренко Ю. С. Становлення кріофізики, як галузі науки в Україні. *VII Международная научно-практическая конференция Переяславская рада: ее историческое значение и перспективы развития восточнославянской цивилизации* : материалы конференции. Харьков, 19–20 декабря, 2012 г. С. 66–68.

124. Овчаренко Ю. С. Вклад українського науковця – математика у галузі математичної фізики, математичного аналізу та диференціальних рівнянь. *Всеукраїнська наукова конференція* : матеріали конф. Ч. II. Дніпропетровськ, 21–22 червня, 2013 р. С. 14–16.

125. Овчаренко Ю. С. Б. І. Веркін – видатний український вчений та організатор науки. *12-та Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання історії науки і техніки»* : матеріали конф. Конотоп, 3–5 жовтня 2013 р. С. 232–234.

126. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з підприємствами України в галузі кріомедицини у 70-ті роках ХХ ст. *VI Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств»* : матеріали конф. Харків, 30–31 жовтня, 2013. С. 296–297.

127. Овчаренко Ю. С. Співпраця з науково-дослідними установами та підприємствами країни у 60–80-х роках. *VII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств»* : матеріали конф. Харків, 29–30 жовтня, 2014. Ч. I. С. 208–210.

128. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з провідними країнами світу. *XII Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Історія розвитку науки, техніки та освіти»* : матеріали конф. Київ, 17 квітня, 2014 р. С. 165–167.

129. Овчаренко Ю. С. Міжнародна співпраця ФТІНТ у 70-ті рр. ХХ ст. *Дев'ятнадцята всеукраїнська наукова конференції молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів* : матеріали конф. Київ, 18 квітня, 2014 р. С. 135–137.

130. Овчаренко Ю. С. Становлення та розвиток фізики низьких температур в Україні. *XIII Міжнародна молодіжна науково-практична конференція історії розвитку науки, техніки та освіти* : матеріали конф. Київ, 16 квітня, 2015 р. С. 660–68.

131. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з промисловими підприємствами України у 60-ті рр. ХХ ст. *Міжнародна науково-теоретична конференція студентів і аспірантів «Україна і світ: Гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес»* : матеріали конф. Ч. 3. Харків, 7–8 квітня, 2015 р. С. 103–105.

132. Овчаренко Ю. С. Імітація умов космосу і дослідження матеріалів при впливі космічного простору. *14-та Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання історії науки і техніки»* : матеріали конф. Львів, 8–10 жовтня, 2015 р. С. 167–168.

133. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з вищими учбовими закладами у 60–90-х рр. ХХ ст. *VIII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств»* : матеріали конф. Харків, 28–29 жовтня, 2015 р. С. 103–105.

134. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з внз країни та роль у підготовці наукових кадрів. *Двадцята Всеукраїнська конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів «Наука України як фактор національної безпеки»* : матеріали конф. Харків, 17 квітня, 2015 р. С. 119–123.

135. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з промисловими

підприємствами. *15-та Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання історії науки і техніки»* : матеріали конф. Київ, 29 вересня – 1 жовтня 2016 р. С. 178–181.

136. Овчаренко Ю. С., Шемякін Є. Ю. Доробок академіка І. Д. Дмитренка у галузі надпровідності. *XV Міжнародна молодіжна науково-практична конференція Історія розвитку науки, техніки та освіти «Гуманістичний зміст мегатехнологічного світу»* : матеріали конф. Київ, 2017 р. С. 43–44.

137. Ковальченко І. Д. Методы исторического исследования. Москва : Академия, 1987. 439 с.

138. Санцевич А. В. Методика исторического исследования. Киев : Наукова думка, 1990. 210 с.

139. Історичне джерелознавство : підручник / ред. Я. С. Калакура, І. Н. Войцехівська, С. Ф. Павленко та ін. Київ : Либідь, 2002. 488 с.

140. Калакура Я. С. Українська історіографія: курс лекцій. Київ : Генеза, 2004. 496 с.

141. Храмов Ю. А. Научный лидер и его характерные черты (на материалах истории физики). *Науковедение и информатика*. 1986. Вып. 27. С. 81–91.

142. Зербино Д. Д. Научная школа как феномен. Киев : Наукова думка, 1994. 135 с.

143. Храмов Ю. О. Наукові школи: статус, умови виникнення та функціонування. *Наука та наукознавство*. 2001. № 4. Додаток. С. 10–12.

144. Зербино Д. Д. Наукова школа: лідер і учні. Киев : Наукова думка, 2001. 200 с.

145. Зербино Д. Д. Научная школа как феномен. *Зеркало недели*. 2004. № 15. 17–23 апр.

146. Фролов Б. А. Мотивация и преемственность в научной школе. Школы в науке: сб. научн. тр. / научн. ред. С. Р. Микулинского. Москва : Наука, 1977. С. 297–300.

147. 135. 128. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського політехнічного інституту (1969 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 1049. 390 арк.

148. 136. 129. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського університету (1971 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 1653. 381 арк.

149. 137. 130. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського державного університету (1975 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 3292. 465 арк.

150. 138. 131. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського ордена Трудового червоного прапора державного університету ім. А. М. Горького (1968 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 742. 189 арк.

151. 139. 132. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського ордена Трудового Червоного Прапора державного університету ім. А. М. Горького (1969 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 1044. 237 арк.

152. 140. 133. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського ордена Трудового Червоного Прапора державного університету ім. А. М. Горького (1966 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 169. 153 арк.

153. 141. 134. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського ордена Леніна політехнічного інституту ім. В. І. Леніна (1966 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 172. 211 арк.

154. 142. 135. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського державного університету ім. А. М. Горького (1973 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 2288. 366 арк.

155. 143. 136. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського державного університету ім. А. М. Горького (1972 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 1946. 331 арк.

156. 144. 137. Звіт про науково-дослідну роботу Харківського державного університету ім. А. М. Горького (1970 р.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 1316. 272 арк.

157. Перспективні плани найважливіших науково-дослідних робіт

Одеського кредитно-економічного, технологічного ім. Ломоносова та Харківського державного університету (1966 – 1970 рр.) // ЦДАВО України. Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 118. 139 арк.

158. Отчет о работе академии наук УССР за 1949 год (4.5.1950) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 10. 226 арк.

159. Сводный отчет об итогах научно-исследовательской деятельности учреждений АН УССР за 1946–1950 гг. (28.07.1951) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 1095. 44 арк.

160. Планы научно-исследовательских работ институтов Отделения Физико-технических и химических наук АН УССР на 1953 г., представленные президиумом АН УССР (10.01.1953) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 2420. 304 арк.

161. Отчет о научной деятельности учреждений АН УССР за 1952 г., представленный президиумом АН УССР (15.04.1953) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 2718. 126 арк.

162. Вопросы работы АН УССР, научно-исследовательских институтов. (20.05.1953 – 31.12.1953) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 2716. 242 арк.

163. Листи і доручення Ради Міністрів УРСР по організації, плануванню і звітності наукової діяльності установ АН УРСР (2.01.1978–30.03.1978) // ЦДАВО. Ф. Р–2. Спр. 2100. 331 арк.

164. Листування з питань організації, планування і звітності наукової діяльності установ АН УРСР (2.09.1976–4.03.1977) // ЦДАВО. Ф. Р–2. Спр. 263. 243 арк.

165. Докладная записка Академии наук Украинской ССР по вопросу развития низкотемпературной гелидобывающей промышленности и по др. вопросам деятельности Академии наук УССР (21.03.1975–31.10.1975) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 25. Общий, II сектор. Спр. 1199. 48 арк.

166. Справки и информации отдела науки и учебных заведений, экономического отдела ЦК компартии Украины, Совета министров УССР, Донецкого обкома партии, АН УССР, др. организаций о работе парткома ФТИНТ АН УССР, института управления народным хозяйством, встречах

работников донецкого обкома партии со студенческой молодежью и др. вопросам науки и образования (17.01.1984–25.12.1984) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 25. Спр. 2725. 40 арк.

167. Копии писем в СМ СССР, справки отделов ЦК КПСС Украины, письма обкомов КП Украины, АН УССР и других организаций о работе АН УССР, научно-исследовательских институтов и создании ФТИНТ АН УССР (12.02.1959 – 7.01.1960) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 4924. 112 арк.

168. Копии писем в ЦК КПСС, обкомам КПСС, КП Украины и другим организациям, письма, докладные записки обкомов КП Украины. Совнархозов, заводов и других организаций – о работе заводов, о капитальном строительстве и другим вопросам оборонной промышленности (1 августа 1963 – 29 декабря 1963) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 4924. 216 арк.

169. Копии исходящих писем в ЦК КПСС, Госплан СССР и другие адреса, письма, информации обкомов КП Украины, Госплана УССР и других организаций – о работе предприятий оборонной промышленности (3 мая 1962 – 24 июля 1962) // ЦДАГО. Ф. 1. Оп. 24. Спр. 5607. 240 арк.

170. Веркін Борис Ієреміївич (18.08.1919–12.06.1990) фізик, академік АН УРСР (1950 р.) // ІА НБУВ. Ф. 282 Оп. 1. Спр. 5. 3 арк.

171. Б. І. Веркін, Ю. А. Кириченко та ін. «Исследование первой критической плотности теплового потока при кипении криогенных жидкостей в поле центробежных сил» (1976 р.) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 2. 18 арк.

172. Б. І. Веркін та ін. «Экспериментальные униполярные двигатели со сверхпроводниковыми системами возбуждения» (1977 р.) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 3. 8 арк.

173. Б. І. Веркін, М. І. Жучков та ін. «Экспериментальные униполярные двигатели со сверхпроводниковыми системами возбуждения» (1975 р.) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 1. 9 арк.

174. Документи і матеріали про створення ФТИНТ (довідні записки АН УРСР, постанова Ради Міністрів УРСР, матеріали тощо) (1959–1960 рр.) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 10. 17 арк.

175. Вітальні листи з нагоди нагородження орденом Леніна і 70-річчям від дня народження (1971 р., 1989 р.) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 4. 3 арк.

176. «ФТИНТ» (1990 р.) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 13. 9 арк.

177. «Борис Иеремиевич Веркин: Биобиблиография» (1989) // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 9. 43 арк.

178. Записка з проблеми виробництва, ціноутворення і використання рідкого азоту в Західній Європі та Японії. 1970 – 1980 рр. // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 4 1 арк.

179. Документи і матеріали про розвиток енергетичного господарства м. Якутська і Якутської АРСР (план і доповідна записка Якутського обкому КПРС, газетна стаття), 1978 // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 11 10 арк.

180. Документи і матеріали про створення Харківського фізико-технічного інституту низьких температур (довідні записки АН УРСР, постанова Ради міністрів, матеріали тощо), 1959 – 1960 // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 10 17 арк.

181. ІА НБУВ. Ф. 282 (Веркін Борис Ієремійович (08.08.1919–12.06.1990) фізик, академік АН УРСР). Оп. 1. Спр. 19 1 арк. (Б. І. Веркін з делегацією НБС (США) біля будинку Харківського фізико-технічного інституту низьких температур (15x24)), 1977.).

182. Б. І. Веркін серед учасників Всесоюзної наради з фізики низьких температур м. Харків (11x18)), 1967 // ІА НБУВ. Ф. 282. Оп. 1. Спр. 17 1 арк.

183. Списки наукових праць та винаходів О. В. Погорелов // ІА НБУВ. Ф. 145. Оп. 1. Спр. 3 38 арк.

184. Документи про висунення циклу робіт О. В. Погорелова на здобуття Ленінської премії (відгук про наукові роботи, анотація, протокол засідання вченої ради (1961–1962) // ІА НБУВ. Ф. 145. Оп. 1. Спр. 4 13 арк.

185. Документи про обрання О. В. Погорелова академіком АН СРСР за спеціальністю «математика» (відгуки про наукову роботу, листи-клопотання про підтримку, витяг з постанови Загальних зборів АН СРСР, посвідчення, протокол засідання вченої ради ФТІНТ АН УРСР та ін.) (1970–1976) // ІА

НБУВ. Ф. 145. Оп. 1. Спр. 8 37 арк.

186. Анкета, автобіографії // ІА НБУВ. Ф. 145. Оп. 1. Спр. 7 6 арк.

187. Документи про присвоєння О. В. Погорелову почесного звання заслуженого діяча науки Української РСР (клопотання дирекції ФТІНТ АН УРСР, ректорату ХДУ, витяг з протоколу) (жовтень–листопад 1968) // ІА НБУВ. Ф. 145. Оп. 1. Спр. 6 5 арк.

188. Автобіографія (5 грудня 1977) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 1 2 арк.

189. Диломи про обрання членом-кореспондентом та академіком АН УРСР (18 квітня 1961 – 17 грудня 1965) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 8 2 арк.

190. Документи про висування до складу членів-кореспондентів АН УРСР за спеціальністю «фізичне приладобудування» (виписка з протоколу, характеристика) (жовтень 1979) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 2 7 арк.

191. Документи про присудження премії Hewlett-Packard у 1987 р. за відкриття і дослідження мікроконтактної спектроскопії металів (повідомлення Європейського фізичного товариства, поздоровлення від призидії НАН України Б.Є. Патона та іноземних колег, лист-подяка І. К. Янсона до ЄФТ за визнання його наукових досягнень)) (11 листопада 1986 – 12 серпня 1987) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 4 7 арк.

192. Анкета статті-персоналії для Енциклопедії Сучасної України (1995) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 5 1 арк.

193. Статті до 60- та 70-річчя з дня народження вченого. Ксерокопія. (1998, 2008) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 6 2 арк.

194. Статті в періодичній пресі про наукові здобутки вченого. (13 лютого 1981 – 24 грудня 1987) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 8 6 арк.

195. Документи біографічного характеру особової справи І. К. Янсона за 1960–2011 рр. (2011) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 7 61 арк.

196. Поздоровлення від голови Комітету по Державних преміях УРСР в галузі науки і техніки при Раді Міністрів УРСР Б. Є. Патона з присудженням Державної премії УРСР за 1980 рік. Машинопис з автор. Підписом Б. Є. Патона

(25 грудня 1980) // ІА НБУВ. Ф. 387. Оп. 1. Спр. 3 1 арк.

197. Ахієзер О. І., Любарський Г. Я., Половін Р. В. Прості хвилі в магнітній гідродинаміці. Машинопис з редакційними правками. Опубл. : Український фізичний журнал. Т. 3. – Вип. 4. – К., 1958. – с. 433–438.) // ІА НБУВ. Ф. 54. Оп. 1. Спр. 1. 12 арк.

198. Автобіографія та анкета. Копія // ІА НБУВ. Ф. 331. Оп. 1. Спр. 12. 3 арк.

199. Список праць і винаходів // ІА НБУВ. Ф. 331. Оп. 1. Спр. 1. 23 арк.

200. Список наукових праць та винаходів Дмитренка І. М. (1955–1995) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 1 29 арк.

201. Портрет Дмитренка І. М. (1960–1980-ті) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 2 2 арк.

202. Запрошення на 12-ту Міжнародну конференцію з фізики низьких температур (м. Токіо, Японія, 1970) (25 вересня 1970) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 3 1 арк.

203. Дмитренко І. М., Патон Б. Є., Ситник К. М., та інші зі співробітниками ФТИНТ // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 4 1 арк.

204. Довідка про наукову, науково-організаційну та громадську діяльність як заступника директора з наукової роботи Дмитренка І. М. (3 серпня 1973 – 1975) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 6 29 арк.

205. Резистивное состояние широких сверхпроводимый пленок и линии проскальзывания фазы (13 лютого 1996) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 11 11 арк.

206. Дарчий напис Лазарєва Б. Г. на свої статті «К истории криогенной лаборатории УФТИ – ННЦ «ХФТИ» (К истории физики низких температур)» (9 травня 2000) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 12 28 арк.

207. Редакційні статті в журналі «Фізика низьких температур», присвячені 75- та 80-річчю з дня народження Дмитренка І. М. (Серень 2008, липень 2009) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 13 3 арк.

208. Документи біографічного характеру (диплом про закінчення ХПІ,

диплом кандидата та доктора наук, атестати старшого наукового співробітника та професора, документи про обрання членом-кореспондентом та академіком АН УРСР та інші за 1952 – 28 травня 2009, б/д) (2011) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 14 72 арк.

209. Авторські свідоцтва на науково-технічні винаходи та відкриття за 1970–1984 роки (2011) // ІА НБУВ. Ф. 388. Оп. 1. Спр. 15 8 арк.

210. Партком политического института им. В. И. Ленина (22.01.1975–10.12.1975) // ДАХО. Ф. Р–5361. Оп. 1. Спр. 671. 147 арк.

211. Протоколы заседаний партбюро (1976 р.) // ДАХО. Ф. П–5361. Оп. 1. Спр. 705. 104 арк.

212. Протоколы заседаний партбюро (1977 р.) // ДАХО. Ф. П–5361. Оп. 1. Спр. 743. 103 арк.

213. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1962 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 48. 41 арк.

214. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1963 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 75. 55 арк.

215. Отчет о международных связях ФТИНТ (1965–1966 рр.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 205. 6 арк.

216. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1965 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 160. 109 арк.

217. Отчеты сотрудников ФТИНТ о научных командировках за границу (1966 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 166. 145 арк.

218. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1967 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 242. 190 арк.

219. Переписка с учреждениями о организациями о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1967 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 239. 125 арк.

220. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1968 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 290. 172 арк.

221. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1969 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 328. 212 арк.
222. Отчеты ФТИНТ о международных научных связях (1969 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 339. 37 арк.
223. Материалы по связям с зарубежными научными организациями и учеными (программы посвящения ФТИНТ, планы сотрудничества, тематика заявленных докладов и т.д.) (09.01.1970 – 06.08.1970 рр.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 378. 136 арк.
224. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1970 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 373. 179 арк.
225. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1971 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 418. 251 арк.
226. Материалы о международных научных связях (отчеты, справки, переписка и др.) (1971 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 422. 196 арк.
227. Отчеты сотрудников ФТИНТ о научных командировках за границу (1975 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 642. 88 арк.
228. Материалы о международных научных связях (заявки на участие в международных конференциях, тезисы докладов и др.) (1973 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 520. 142 арк.
229. Документы о загранкомандировках сотрудников ФТИНТ (отчеты, справки и др.) (1967 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 691. 136 арк.
230. Документы сотрудников ФТИНТ о загранкомандировках (отчеты, справки и др.) (1977 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 756. 247 арк.
231. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1977 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 736. 219 арк.
232. Документы о загранкомандировках сотрудников ФТИНТ (отчеты,

справки) (1978 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 809. 223 арк.

233. Отчет ФТИНТ о международных научных связях (1979 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 866. 36 арк.

234. Документы о посещении ФТИНТ иностранными и специалистами (отчеты, программы, справки и др.) (1979 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 869. 154 арк.

235. Отчет ФТИНТ о научном сотрудничестве с социалистическими и капиталистическими странами (1980 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 927. 45 арк.

236. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1980 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 911. 238 арк.

237. Документы сотрудников ФТИНТ о загранкомандировках (отчеты, справки) (1979 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 867. 242 арк.

238. Документы о посещении ФТИНТ иностранными учеными и специалистами (отчеты, программы, справки и др.) (1980 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 934. 127 арк.

239. Документы сотрудников ФТИНТ (отчеты, справки) о загранкомандировках (1980 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 933. 200 арк.

240. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (04.03.1981 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 967. 59 арк.

241. Отчеты о посещении ФТИНТ иностранными учеными и специалистами (1981 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 986. 72 арк.

242. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1982 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1021. 176 арк.

243. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1983 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1069.
194 арк.

244. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1984 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1116.
186 арк.

245. Отчет ФТИНТ о международном научном сотрудничестве (1985 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1184. 34 арк.

246. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1985 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1168.
219 арк.

247. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1986 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1218.
122 арк.

248. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1989 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1297. 74 арк.

249. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1961 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 26. 58 арк.

250. Справки и информация о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1963 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 71. 17 арк.

251. Переписка с учреждениями и предприятиями о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (03.01.1963–25.12.1963 гг.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 73. 65 арк.

252. Доклад и справки о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1964 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 114. 28 арк.

253. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1966 р.)
// Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 200. 146 арк.

254. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1972 р.)

- // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 460. 237 арк.
255. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1973 р.)
- // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 510. 209 арк.
256. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1974 р.)
- // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 563. 223 арк.
257. Отчеты ФТИНТ о результатах научной и научно-организационной деятельности (08.01.1974–04.12.1974 pp.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 564. 90 арк.
258. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1975 р.)
- // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 626. 272 арк.
259. Доклады, справки и обзоры научной и научно-организационной деятельности ФТИНТ. Том 1 (1971 – 1975 pp.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 612. 187 арк.
260. Доклады, справки и обзоры научной и научно-организационной деятельности ФТИНТ. Том 2 (1971–1975 pp.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 613. 250 арк.
261. Документы о научно-техническом сотрудничестве ФТИНТ с другими учреждениями (договора, протоколы, дополнения к ним (1977 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 734. 63 арк.
262. Документы о научно-техническом сотрудничестве ФТИНТ с другими учреждениями (договора, протоколы, дополнения к ним (1978 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 789. 78 арк.
263. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1978 р.)
- // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 791. 177 арк.
264. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1979 р.)
- // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 844. 176 арк.
265. Материалы о научном сотрудничестве (1987 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1250. 176 арк.
266. Переписка с учреждениями и предприятиями о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (17.06.1960–29.11.1960 pp.) //

Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 3. 50 арк.

267. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (01.05.1960–31.12.1960 pp.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 5. 20 арк.

268. Отчет ФТИНТ по капитальному строительству (1961 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 15. 8 арк.

269. Переписка с Президиумом АН УССР об организации Днепропетровского филиала ФТИНТ (05.01.1963–17.06.1963) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 280. 17 арк.

270. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1976 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 681. 304 арк.

271. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1964 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 121. 70 арк.

272. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1987 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1248. 65 арк.

273. Отчет о научно-исследовательской деятельности ФТИНТ (1988 р.) // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 1279. 20 арк.

274. Фотографии // Науково-технічний архів ФТІНТ НАН України. Ф. фотодокументів.

275. Звягин Анатолий Илларионович (28.09.1977–04.05.1991 pp.) // Відділ збереження та обробки документів НТУ «ХП». Ф. НТУ «ХП». Спр. 130924. 76 арк.

276. Михайленко Сергей Александрович (16.11.1966 – 1.07.1996 pp.) // Відділ збереження та обробки документів НТУ «ХП». Ф. НТУ «ХП». Спр. 6729. 26 арк.

277. Свидзинский Анатолий Вадимович, ассистент кафедры теоретической и математической физики (5.03.1956–16.02.1961) // Відділ збереження та обробки документів НТУ «ХП». Ф. НТУ «ХП». Спр. 3869. 26 арк.

278. Кукушкин Леонид Сергеевич (1.06.1850–31.07.195) // Відділ

збереження та обробки документів НТУ «ХП». Ф. НТУ «ХП». Спр. 280. 6 арк.

279. Приказы №2101 – 2200 том XXII (29.08.1977–5.09.1977) // Відділ збереження та обробки документів НТУ «ХП». Ф. НТУ «ХП» Спр. Приказы №2101–2200 том XXII (29.08.1977–5.09.1977). 257 арк.

280. Погорелов А. В. Некоторые результаты по геометрии в целом. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1961. 90 с.

281. Марченко В. А. Спектральная теория операторов Штурма-Лиувилля. Киев : Наукова думка, 1972. 190 с.

282. Мышкис А. Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом / 2-е издание. Москва : Наука, 1972. 351 с.

283. Погорелов А. В. Многомерная проблема Минковского. М.: Наука, 1975. 96 с.

284. Марченко В. А. Операторы Штурма-Лиувилля и их приложения. Киев : Наукова думка, 1977. 331 с.

285. Погорелов А. В. Внешняя геометрия вогнутих поверхностей. Киев : Наукова думка, 2002. 468 с.

286. Устройства, имитирующие космические условия. Сборник переводов / 2 кн., отв. ред. Н. П. Неклюдов. Харьков : Препринт ФТИНТ АН УССР. Книга 1. 1963. 197 с.

287. Устройства, имитирующие космические условия. Сборник переводов // 2 кн., отв. ред. Н. П. Неклюдов. Харьков : Препринт ФТИНТ АН УССР. Книга 2. 1964. 209 с.

288. Есельсон Б. Н., Благоев Ю. П., Григорьев В. Н., Манжелей В. Г., Михайленко С. А., Неклюдов Н. П. Свойства жидкого и твердого гелия. Москва : Издательство стандартов, 1969. 136 с.

289. Дмитренко І. М. Електроніка і надхолод. Київ : Наукова думка, 1969. 155 с.

290. Кулик И. О., Янсон И. К. Эффект Джозефсона в сверхпроводящих туннельных структурах. Москва : Наука, 1970. 592 с.

291. Пустовалов В. В. Методы пластичности и прочности твердых тел при низких температурах. Киев : Наукова думка, 1971. 95 с.
292. Крагельский И. В., Чичинкадзе А. В., Любарский И. М., Игнатьева З. В., Лютцау В. Г., Синайский В. М., Марченко Е. А. Исследования структуры фрикционных материалов при трении. Москва : Наука, 1972. 131 с.
293. Веркин Б. И., Верховцева Э. Т., Курилов Г. В. и др. Влияние вакуумного ультрафиолетового излучения на работоспособность твердых смазочных покрытий. *Поведение материалов в условиях вакуума и низких температур*. Киев : Наук. думка, 1972. С. 39–41.
294. Крагельский И. В., Любарский И. М., Гусляков А. А., Трояновская Г. И., Удовенко В. Ф. Трение и износ в вакууме. Москва : Машиностроение, 1973. 216 с.
295. Филатов В. Ф., Веркин Б. И., Шкиль А. М. и др. К использованию метода криохирургии при заболевании лирорганов. *Актуальные вопросы криобиологии и криомедицины*. Киев : Наук. думка, 1974. С. 177 – 178.
296. Физические процессы пластической деформации при низких температурах / отв. ред. д.ф.м.н. В. И. Старцев, д.ф.м.н. В. З. Бенгуз. Киев : Наукова думка, 1974. 384 с.
297. Старцев В. И., Ильичев В. Я. Пустовалов В. В. Пластичность и прочность металлов и сплавов при низких температурах. Москва : Металлургия, 1975. 328 с.
298. Еременко В. В. Введение в оптическую спектроскопию магнетиков. Киев : Наукова думка, 1975. 471 с.
299. Веркин Б. И., Кириченко Ю. А., Левченко Н. М. и др. Исследование теплоотдачи при кипении криогенных жидкостей в поле центробежных сил. Харьков : Препринт ФТИНТ АН УССР, 1976. 28 с.
300. Космический холод в сердце мотора. Будни пятилетки. Год первый. Харьковская область. Очерки, зарисовки, интервью репортаж. / сост. О. Г. Гончаров. Харьков : Прапор, 1977. 95 с.
301. Веркин Б. И. Криогенная и вакуумная техника. Киев : Наукова

думка, 1977. 100 с.

302. Есельсон Б. Н., Григорьев В. Н., Иванцов В. Г., Рудавский Э. Я. Свойства жидкого и твердого гелия. Москва : Издательство стандартов, 1978. 127 с.

303. Веркин Б. И., Гетманец В. Ф., Михальченко Р. С. Теплофизика низкотемпературного сублимационного охлаждения. Киев : Наукова думка, 1980. 256 с.

304. Криогенное машиностроение. Киев : Наукова думка, 1980. 140 с.

305. Дмитренко И. М. В мире сверхпроводников. Киев : Наукова думка, 1981. 328 с.

306. Есельсон Б. Н., Иванцов В. Г., Коваль В. А., Рудавский Э. Я., Сербин И. А. Свойства жидкого и твердого гелия. Растворы ^3He – ^4He . Справочник. Киев : Наукова думка, 1982. 231 с.

307. Веркин Б. И., Пустовалов В. В. Низкотемпературные исследования пластичности и прочности: приборы, техника, методы. Москва : Энергоиздат, 1982. 192 с.

308. Веркин Б. И., Никитин В. А., Муринiec-Маркевич Б. И., Григорьева К. В. Криохирургия в стоматологии. Киев : Наукова думка, 1984. 159 с.

309. Криогенные системы: разработка и исследования. Киев : Наукова думка, 1984. 132 с.

310. Б. И. Веркин, И. М. Дмитренко, В. В. Еременко и др. Физика конденсированного состояния. Киев : Наукова думка, 1985, 180 с.

311. Веркин Б. И., Кириченко Ю. А., Михальченко Р. С., Гетманец В. Ф. и др. Криогенная техника. Киев : Наукова думка, 1985. 184 с.

312. Веркин Б. И., Никитин В. А., Божков К. В., Муринiec-Маркевич Б. Н., Кузнецов В. Ф., Крупник П. Б. Низкие температуры в стоматологии. Киев : Наукова думка, 1990. 272 с.

313. Веркин Б. И. Теплофизика низкотемпературного сублимационного охлаждения. Киев : Наукова думка, 1980. 232 с.

314. Веркин Б. И. Криокристаллы. Киев : Наукова думка, 1983. 528 с.
315. Веркин Б. И., Большутин Д. Н. Новая «профессия» азота. Харьков : Прапор, 1985, 88 с.
316. Веркин Б. И., Кириченко Ю. А., Русанов К. В. Теплообмен при кипении криогенных жидкостей. Киев : Наукова думка, 1987. 262 с.
317. Б. И. Веркин, В. Н. Иванцов и др. Методы получения и измерения низких температур. Справочник. Киев : Наукова думка, 1987. 197 с.
318. Веркин Б. И., Кириченко Ю. А., Русанов К. В. Теплообмен при кипении в полях массовых сил различной интенсивности. Киев : Наукова думка, 1988. 258 с.
319. Погорелов А. В. Лекции по дифференциальной геометрии. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1961. 166 с.
320. Погорелов А. В. Лекции по аналитической геометрии / 2-е изд. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1963. 182 с.
321. Мышкис А. Д. Лекции по высшей математике. Москва : Наука, 1964. 607 с.
322. Погорелов А. В. Лекции по основам геометрии. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1964. 138 с.
323. Погорелов А. В. Лекции по основам геометрии. 2-е издание. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1964. 138 с.
324. Ахиезер Н. И. Лекции по теории аппроксимации / 2-е изд. Москва : Наука, 1965. 407 с.
325. Веркин Б. И. Конспект лекций по физике. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1965. 323 с.
326. Погорелов А. В. Лекции по дифференциальной геометрии / 4-е изд. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1967. 163 с.
327. Мышкис А. Д. Лекции по высшей математике / 3-е изд. Москва : Наука, 1969. 604 с.
328. Мышкис А. Д. Математика для вузов. Специальные курсы. Москва : Наука, 1971. 632 с.

329. Боровик Е. С., Мильнер А. С., Еременко В. В. Лекции по магнетизму / 2-е изд. Харьков : Издательство Харьковского университета, 1972. 247 с.
330. Мышкис А. Д. Лекции по высшей математики / 4-е изд. Москва : Наука, 1973. 640 с.
331. Погорелов А. В. Геометрия 6–10. Пособие для учителей. Москва : Просвещение, 1979. 175 с.
332. Погорелов А. В. Геометрия 6–10. Пробный учебник для средней школы. Москва : Просвещение, 1982. 288 с.
333. Погорелов О. В. Геометрія 6–10. Навчальний посібник. Киев : Радянська школа, 1982. 272 с.
334. Погорелов А. В. Геометрия. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности математика. Москва : Наука, 1983. 288 с.
335. Погорелов А. В. Геометрия. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности математика / 2-е изд. Москва : Наука, 1984. 288 с.
336. Веркин Б. И., Лазарев Б. Г., Руденко Н. С. Магнитные свойства материалов при низких температурах. Периодические изменения магнитной восприимчивости монокристаллов кадмия, бериллия, магния, олова и индия в зависимости от напряжения магнитного поля. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1950. Вып. 11. С. 995–1010.
337. Веркін Б.І., Свечкар'єв І. В. Температурна залежність магнітної сприйнятливості калію, магнію та кальцію. *Український фізичний журнал*. 1962. Т. 7. № 3. С. 322–326.
338. Еременко В. В., Беляева А. И. О температурной зависимости ширины полос оптического поглощения кристаллов MnF_2 . *Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1963. Т. 44. С. 496–497.
339. Веркин Б. И., Свечкарев И. В. Магнитные свойства сплавов индия. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1964. Т. 47, Вып. 8. С. 404–413.

340. Янсон И. К., Свистунов В. М., Дмитренко И. М. Экспериментальное наблюдение туннельного эффекта для куперовских пар с излучением фотонов. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1965. Т. 48. Вып. 3. С. 976–979.
341. Веркин Б. И., Кузьмичева Л. Б., Свечкарев И. В. Магнитные свойства металлов. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1967. Т. 6. Вып. 7. С. 757–759.
342. Кириченко Ю. А., Веркін Б. І. Імітація невагомості і слабких гравітаційних полів для дослідження теплообміну при кипінні. Сер. А. *ДАН УРСР*. 1968. № 7. С. 637–640.
343. Бойчук В. М., Веркин Б. И., Запорожченко Б. Е. и др. Установка для испытаний на усталость в условиях глубокого вакуума и низких температур. *ФХММ*. 1968. № 6. С. 722–725.
344. Еременко В. В., Литвиненко Ю. Г., Мятлик В. И. Ослабленное поглощение света антиферромагнетиком FeCo_3 в сильном магнитном поле. *Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1970. Т. 12. С. 66–68.
345. Загальні збори Академії наук Української РСР (11–12 березня 1970 р.). *Вісн. АН УРСР*. 1970. № 6. с. 3–36.
346. Еременко В. В., Новиков В. П. Давыдовское расщепление экситонной линии в антиферромагнитном RbMnF_3 . *Письма в ЖЭТФ*. 1970. Т. 11. Вып. 10. С. 478–482.
347. Збори партактиву АН УРСР, 26–27 травня 1979 р. *Вісн. АН УРСР*. 1970. № 8. с. 3–43.
348. Янсон И. К., Веркин Б. И., Острвский Л. И. и др. Осцилляции проводимости туннельных контактов, содержащих урацил в барьерном слое. *Письмо в Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1971. Т. 14. Вып. 1. С. 40–45.
349. Бородай Ю. П., Веркин Б. И., Житомирский И. С. Классификация инструментов для криохирургии. *Медицинская техника*. 1971. № 4. С. 34–36.

350. Веркин Б. И., Грищенко В. И., Медведев Е. М. и др. Некоторые итоги применения гипотермии и криохирургии в акушерстве и гинекологии. *Акушерство и гинекология*. 1974. № 10. С. 25–29.

351. Веркин Б. И., Задорожный Б. А., Медведев Е. М. и др. Аппликатор для хирургии в дерматологии. *Медицинская техника*. 1976. № 3. С. 42–43.

352. Irie F., Matshushita T., Takeo M. et al. Heat transfer to helium in the near critical region. *Adv. Crvov. Eng.* 1976. 23. p. 326–332.

353. Monroe A. G. Heat transfer. *Cryogenics*. 1976. 16. № 10. p. 625.

354. Харченко Н. Ф., Тутаклина О. П., Белый Л. И. Двупреломление линейно поляризованного света в антиферромагнитном CoCO_3 в сильных магнитных полях. // 19 Всесоюзное совещание по физике низких температур. Тез. докл. : Минск, 1976. С. 650–651.

355. В. М. Бойчук, Б. И. Веркин, Г. А. Винокуров, П. Б. Крупник Автомобиль-рефрижератор с азотным охлаждением. *Мясн. индустрия СССР*. 1977. № 2. С. 16–18.

356. Б. И. Веркин, В. И. Сипитый, Б. Н. Муринец-Маркевич и др. Автономный нейрохирургический криозонд. *Медицинская техника*. 1977. № 1. С. 32–34.

357. Б. И. Веркин, В. П. Сипитый, Е. М. Медведев и др. Криохирургическое лечение опухолей больших полушарий мозга. *Вопросы нейрохирургии*. 1977. № 2. С. 38–42.

358. Сурков Ю. А., Иванова В. Ф., Веркин Б. И. и др. Масс-спектральные исследования химического состава атмосферы Венеры на АМС «Венера-9» и «Венера-10». *Геохимия*. 1978. № 4. С. 506–513.

359. Еременко В. В., Харченко Н. Ф., Белый Л. И. Визуальное наблюдение 180-градусных антиферромагнитных доменов. *Письма в ЖЭТФ*. 1979. Т. 29. С. 432–435.

360. Бойчук В. М., Веркин Б. И., Винокуров Г. А., Крупник П. Б. Авторефрижераторы с азотной системой охлаждения НАСТ-1. *Холодильная техника*. 1980. № 5. С. 31–34.

361. Бондаренко В. И., Веркин Б. И., Кладов Г. К. Транспортировка плодов и овощей в авторефрижераторах с азотной системой охлаждения. *Холодильная техника*. 1980. № 3. С. 9–13.

362. Харченко Н. Ф., Еременко В. В., Белый Л. И. Магнитооптические исследования индуцированного продольным магнитным полем неколлинеарного состояния антиферромагнитного фторида кобальта. *ЖЭТФ*. 1982. Т. 3. С. 827–843.

363. Харченко Н. Ф., Еременко В. В., Гнатченко С. Л. и др. Магнитооптическое определение точечной магнитной группы $\text{Ca}_3\text{Mn}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$. *ФНТ*. 1985. Вып. 12. С. 215–218.

364. Бабенко Ф. М. Для энергетики будущего. Свет Октябрьской зари / сост. И. А. Сергеева, О. С. Стеч. Харьков : Прапор, 1980. 239 с.

365. Сафронов В. Холод – на службе здоровья // Красное знамя. 1966. 30 ноября. С. 4.

366. Орлов В. Життя в космічному холоді // Ленінська зміна. 1970. 2 квітня. С. 3.

367. Коваленко Ю. Укрощение холода // Труд. 1973. 10 августа. С. 4.

368. Славін М. Лікує ... холод // Ленінська зміна. 1975. 3 червня. С. 3.

369. Лобко М. Надпровідність служить геології // Вечірній Харків. 1976. 11 листопада. С. 1.

370. Гончаров О. Від космосу до Земних недр // Вечірній Харків. 1977. 10 лютого. С. 2.

371. Харченко І. Дистанційний пошук // Вечірній Харків. 1977. 24 травня. С. 4.

372. Грищенко Е. Физика – геологам // Красное знамя. 1978. 1 апреля. С. 3.

373. Румянцева И. «Летаргический сон» персика // Красное знамя. 1978. 26 марта. С. 3.

374. Хацько Є. М. Холод потрібен скрізь // Вечірній Харків. 1979. 23 жовтня. С. 2.

375. Реуцька Л. Цілющий холод // Вечірній Харків. 1979. 28 червня. С. 2.
376. Харинский М. Виліковує мороз // Молодь України. 1983. 6 січня. С. 4.
377. Петренко В. Чудо-генератор // Правда Украина. 1983. 9 февраля. С. 4.
378. Давыдов С. Холод служит энергетике // Труд. 1983. 15 декабря. С. 1.
379. Юрин Ф. Прилади для кріохірургії // Вечірній Харків. 1983. 27 вересня. С. 2.
380. Довгальова С. Люди науки. Момент істини // Соціалістична Харківщина. 1984. 18 квітня. С. 3.
381. Лахно И. Зачем клубнике мельника? // Правда. 1985. 19 июня. С. 6.
382. Тур М. Свіже фрукти – цілорічно // Соціальна Харківщина. 1985. 19 липня. С. 4.
383. Вольнов В. Лечение без лекарств // Правда. 1985. 20 января. С. 3.
384. Ясинский В. Человек и его дело. Что ты отдал – то твое // Красное знамя. 1985. 14 июля. С. 2.
385. Вольнов В. Беды холодильника на колесах. // Социалистическая индустрия. 1985. 31 августа. С. 4.
386. Іванова Л. Азот...набуває професій // Вечірній Харків. 1986. 17 січня. С. 2.
387. Быховский В. В. Во имя ускорения // Красное знамя. 1986. 7 августа. С. 1.
388. Губарєв В. Лікують лазер і холод // Вечірній Харків. 1987. 25 січня. С. 4.
389. Солдатенко А. Проти нежиті ... холод // Вечірній Харків. 1987. 14 листопада. С. 2.
390. Грамуля Г. Низкая температура – высокое качество // Красное знамя. 1988. 22 сентября. С. 1.

391. Фоменко В. Замороженная разработка // Красное знамя. 1988.
21 июня. С. 1

ДОДАТКИ

Додаток А

ПЕРІОДИЗАЦІЯ РОЗВИТКУ ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН УКРАЇНИ

[91; 11; 18; 59]

Періоди	Ознаки періоду	Події
1	2	3
Створення та початковий період діяльності (період 60 – 70-ті рр. ХХ ст.)	Період створення ФТІНТ та перші наукові досягнення вчених: інститут отримав наукове визнання завдяки експериментальним та теоретичним науковим досягненням у галузі фізики надпровідності, нормальних металів, магнетизму, кріокристалів, рідкого та твердого гелію та галузі фундаментальної та прикладної математики	• виконано цикл робіт по зворотним завданням спектрального аналізу диференціальних операторів (Марченко В. А., Левітан Б. М.); • проведені дослідження з геометрії «в цілому» (Погорелов А. В.); • виконано цикл робіт в галузі спеціальної медицини; • науковцями відкрито, теоретично та експериментально досліджено проміжний стану в антиферромагнетиках; • проведено цикл роботи в галузі спеціального матеріалознавства; вченими розроблено, досліджено та впроваджено в клінічну практику кріохірургічні методи та апаратуру (нейрохірургія, стоматологія, гінекологія, щелепна-лицьова та лор-онкологія)
Період активної наукової діяльності ФТІНТ (80-і рр. ХХ ст.)	Початок досліджень у галузях фізики високотемпературної надпровідності, мезоскопічних систем; досягнуті значні успіхи в роботі зі створення пристроїв надпровідної електроніки з рекордними рівнями чутливості та стабільності; розширені дослідження фізичних	• виконано цикл робіт по дослідженню теплових процесів (Кириченко Ю. А.); • вперше відкрито мікроконтактної спектроскопії в металах (Янсон І. К.); • проведено цикл робіт по дослідженню нових конструкційних матеріалів та розробці технології зварювання конструкцій кріогенної техніки; • дослідження операторів Штурма Ліувілля та їх застосування (Марченко В. О.); • проведено цикл робіт по дослідженню багатомірного рівняння Монжа-Ампера (Погорелов О. В.); • розроблено та впроваджено у практику авторефрижератори середньої

	властивостей гелію в області температур до одиниць милікельвіна.	вантажопідйомності з азотною системою охолодження для перевезень швидкопсувних продуктів.
Наукові пошуки (з 1991 р. – сьогодні)	Сучасний період діяльності ФТІНТ	• знайдені нові ефекти в двофазних розчинах квантових кристалів ізотопів гелію при наднизьких температурах (2003, Сирніков Є. В., Полев О. В. та ін.); • виявлені нові квантові ефекти в електронних властивостях мікроконтактів та нанотрубок (2007, Башлаков Д. Л., Авотіна Е. С.); • виявлені нові оптичні й магнітооптичні явища в антиферомагнетиках (2004, Гнатченко С. Л. та ін.); • виявлені квантові ефекти і структурна самоорганізація в нових багатофункціональних наноматеріалах (2011, Лубенець С. В.); • розроблений унікальний багатофункціональний нанокластерний комплекс для дослідження структури і фізичних властивостей одно- і багатокомпонентних нанокластерів на основі інженерних та молекулярних газів (використовується для створення імітатор позаатмосферних вакуумного ультрафіолетового і ультрам'якого рентгенівського випромінювання Сонця для лабораторного моделювання його впливу на матеріали космічної техніки і для випробувань космічних апаратів і їх систем).

Додаток Б

УРЯДОВІ ДОКУМЕНТИ

Рис. Б. 1 Постанова Ради Міністрів УРСР № 681 від 11 травня 1960 р. про організацію ФТІНТ АН

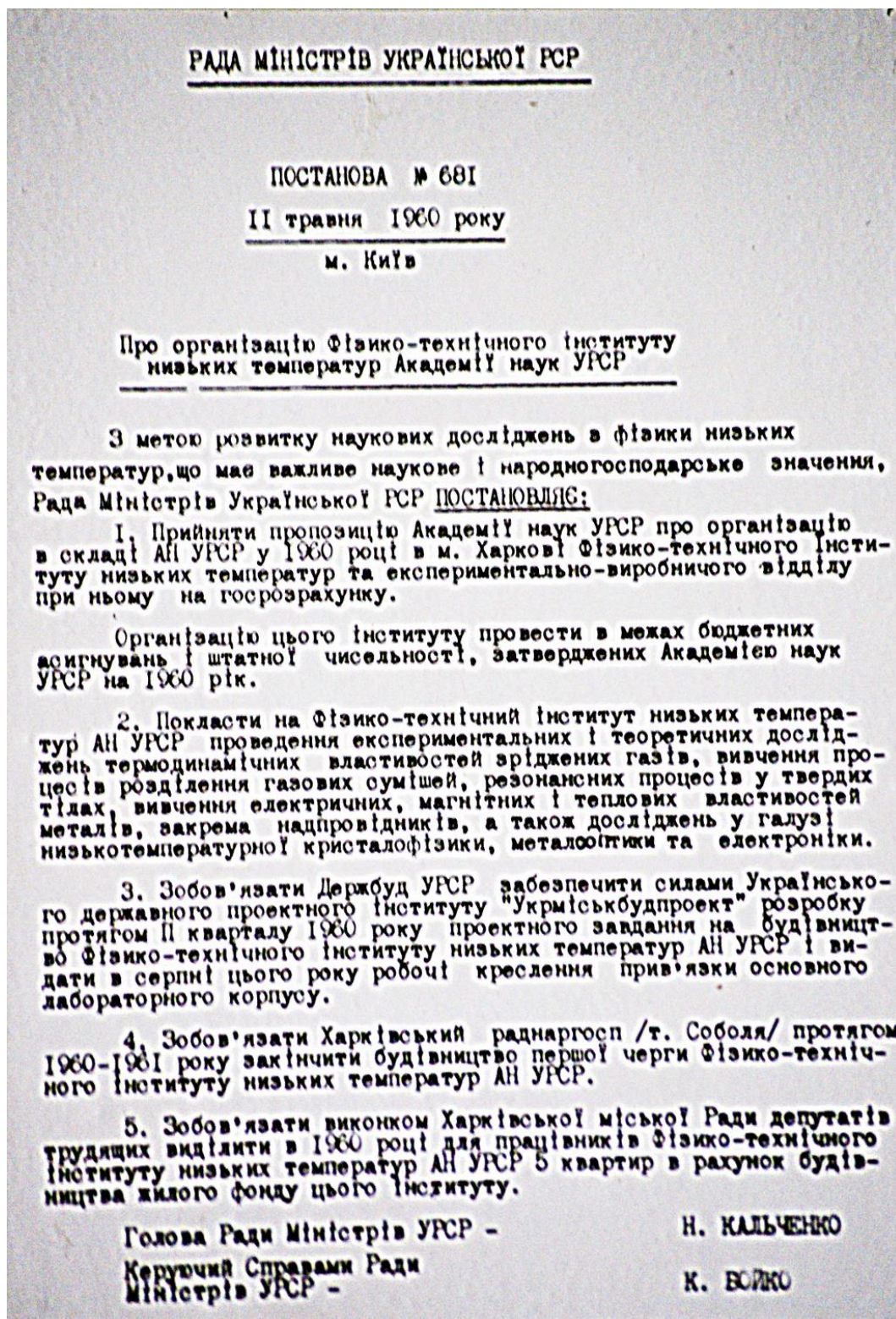
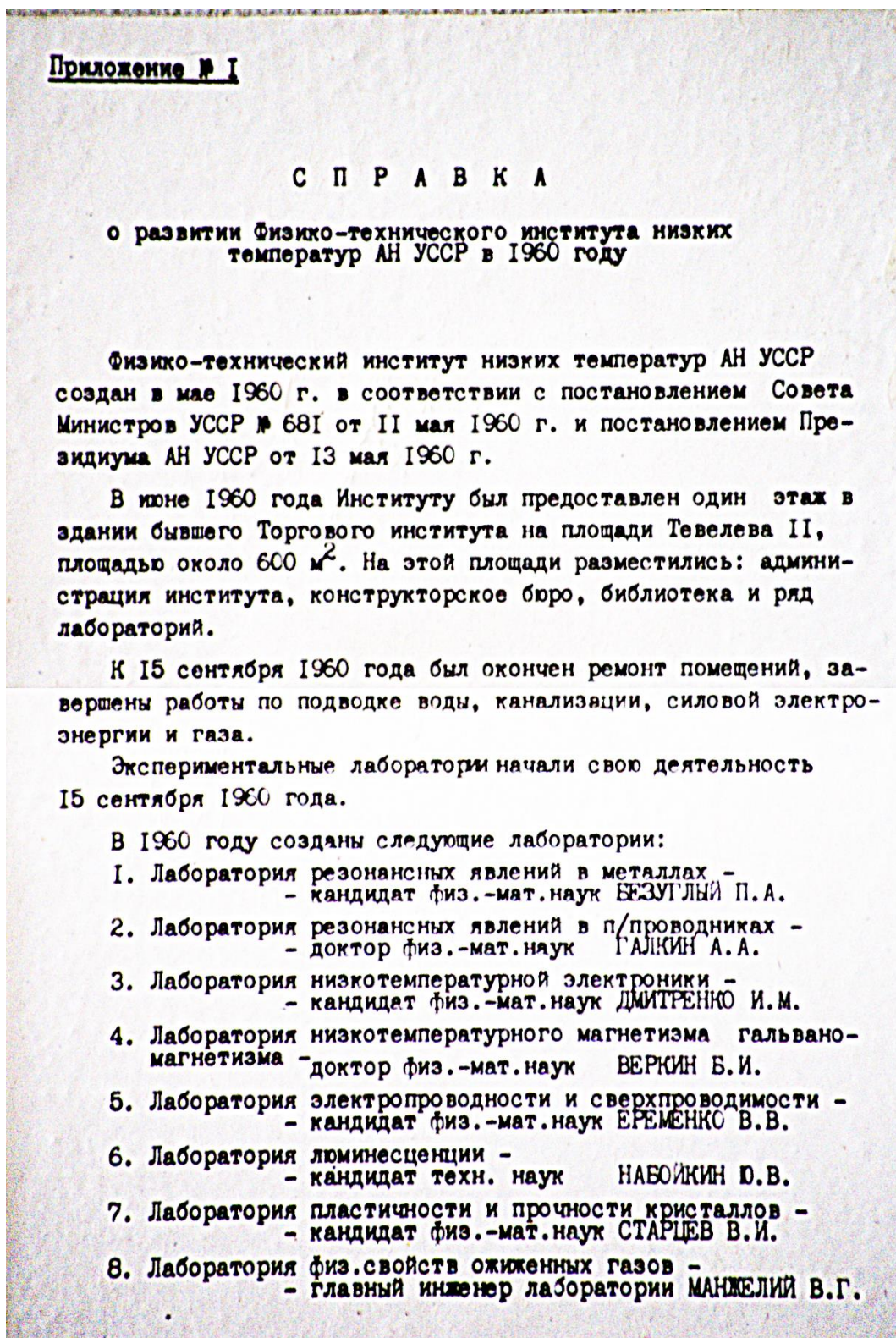


Рис. Б. 2 Довідка про розвиток Фізико-технічного інституту низьких температур АН УРСР у 1960 р.



9. Лаборатория разделения газовых смесей -
- кандидат физ.-мат. наук БЛАГОЙ Д.П.

Начато комплектование теоретического отдела.

Создано конструкторское бюро -
- главный конструктор инженер ЗИНОВЬЕВ М.В.

Решением Президиума АН УССР в составе института создано 4 математических отдела. В будущем математические отделы должны явиться основой организации в Харькове Института математики АН УССР.

В настоящее время работают:

1. Отдел геометрии
- член-корр. АН СССР ПОГОРЕЛОВ А.В.
2. Отдел теории функций
- член-корр. АН УССР АХИЕЗЕР Н.И.
3. Отдел математической физики
- доктор физ.-мат. наук МАРЧЕНКО В.А.
4. Отдел прикладной математики
- доктор физ.-мат. наук МЫШКИС А.Д.

С 15 октября 1960 г. созданы экспериментально-производственные мастерские института. Они получили дополнительно / в районе пл. Дзержинского / 600 м² площади и к 1 января 1961 года завершают установку и монтаж 50 единиц станочного оборудования.

15 декабря 1960 года Институт ввел в строй азотный ожижитель. Последний смонтирован на территории коксохимического завода, который позволил Институту арендовать помещение площадью 300 м² для монтажа всех ожижителей.

Ведется монтаж водородного ожижителя, который войдет в строй в январе 1961 года. Свой жидкий гелий институт будет иметь в феврале 1961 года.

Таким образом к 1 января 1961 года /после 7,5 месяцев существования/ институт располагает рабочими площадями 1500 м² и складскими помещениями площадью около 200 м².

На 1 января 1961 года в Институте работают:

150 человек по госбюджету и 43 человека на хозрасчете /мастерские/.

- 3 -

Несколько слов о строительстве института.

К 1 августа 1960 года Харьковский филиал Гипрограда закончил работу над проектным заданием.

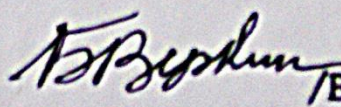
К 1 января 1961 года выданы рабочие чертежи двух лабораторных корпусов, трансформаторной подстанции и инженерных сетей.

В 1960 году строительство вели: 88-й трест и трест № 92.

Реализовано около одного миллиона строительных денег; продолжен проспект Ленина, проложены ливнестоки, начато сооружение водопровода, завезены все блоки под фундаменты, ведется сооружение строительной зоны.

С января 1961 года строительство /с целью его ускорения/ передано специализированному тресту № 86. На 1961 год ассигновано 10 миллионов рублей. Предусматривается ввод в эксплуатацию одного лабораторного корпуса и одного жилого дома на 80 квартир.

ДИРЕКТОР ФТИНТ АН УССР
доктор физ.-мат. наук

 Б.И. ВЕРХИН/

Додаток В

**ФОТОГРАФІЇ ПЕРШИХ ЛАБОРАТОРІЙ ФТІНТ, БУДІВНИЦТВО
ГОЛОВНОГО КОРПУСУ, ПЕРШІЩІ ЕОМ В ОБЧИСЛЮВАЛЬНОМУ
ЦЕНТРІ ІНСТИТУТУ**

Рис. В. 1 Перше приміщення лабораторії низькотемпературної електроніки на
пл. Тевелєва, 11



Рис. В. 2 Приміщення Конструкторського бюро в будівлі на пл. Тевелєва, 11



Рис. В. 3 Будівництво головного корпусу ФТІНТ. Весна, 1964 р.

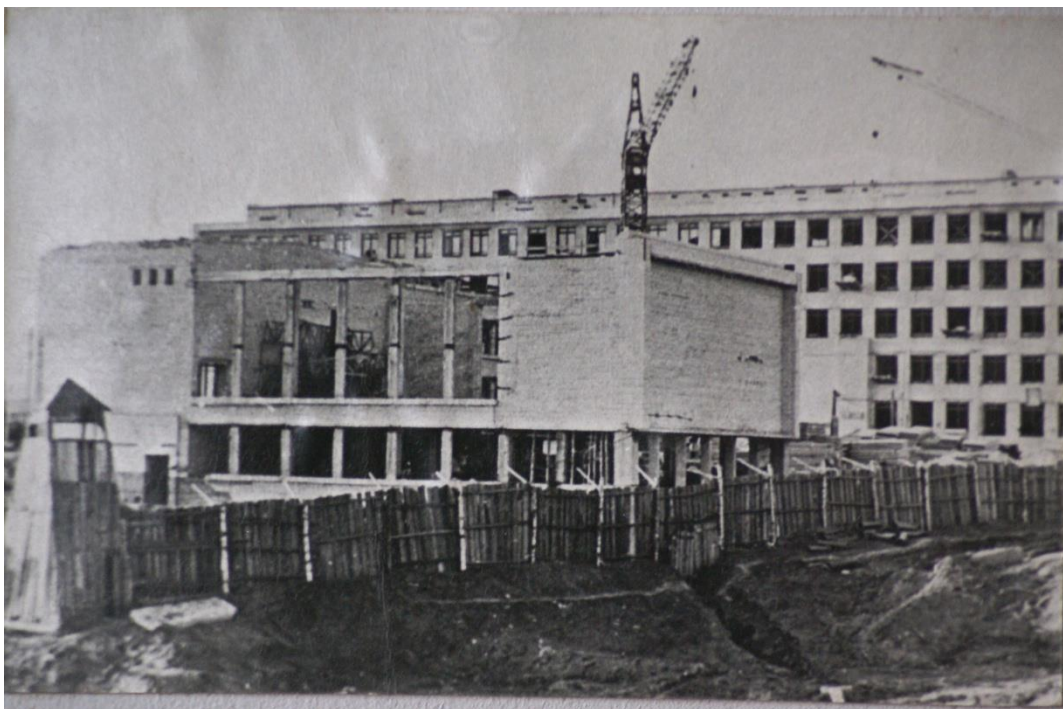


Рис. В. 4 Директор, головний бухгалтер і голова місцевому працюють на будівництві



Рис. В. 5 Відвідування ФТІНТ Л. В. Келдишем та Б. Є. Патоном, 1964 р



Рис. В. 6 Одна з перший ЕОМ у ФТІНТ



Рис. В. 7 Відповідно до постанови Президії АН УРСР 24 червня 1963 року у ФТІНТ був організований та почав діяти на базі ЕОМ М-20 обчислювальний центр під керівництвом К. В. Маслова



Додаток Г

СТРУКТУРА ФІЗИЧНОГО ВІДДІЛЕННЯ ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН УКРАЇНИ

[242; 249; 251; 257, арк. 1; 180, арк. 117; 250]

Відділення	Відділ, рік відкриття	Керівник	Основні напрями досліджень:
1	2	3	4
ФІЗИЧНЕ ВІДДІЛЕННЯ	1960 р. Відділ надпровідникових і мезаскопічних структур	І. М. Дмитренко (з 2000 р. – О. М. Омелянчук; з 2016 р. – С. М. Шевченко)	Динаміка мезаскопічних систем; Кріогенна лазерна скануюча мікроскопія; Транспортні явища у наноструктурованих надпровідниках; Інфрачервоні тепловізійні системи та ін.
	1961 р. Відділ реальних кристалів	В. І. Старцев (з 1984 р. – В. Д. Ницик; з 2000 р. – П. П. Паль-Валь)	Фізика пластичності кристалів при гелієвих і азотних температурах: динаміка розмноження рухомих дислокацій і можливі ефекти тунелювання, динаміка розмноження рухомих дислокацій і дислокаційна структура, особливості пластичної течії і деформаційного зміцнення при низьких температурах, вплив надпровідного переходу на пластичність металів та ін.; Внутрішнє тертя, пластичність та руйнування широкого класу твердих тіл в області низьких і наднизьких температур, теоретичне вивчення різноманітних дислокаційних явищ та ефектів при низьких і наднизьких температурах та ін.
	1962 р. Відділ теплових властивостей молекулярних кристалів	В. Г. Манжелій (з 2007 р. – В. О. Константинов; з 2017 р. – О. В. Долбін)	Вивчення властивостей квантових молекулярних кристалів, класичних кріокристалів та їх розчинів; Дослідження фреонів метанового і етанового рядів, простих вуглеводнів, спиртів, газогідратів, фуллеритів, нанотрубок та інших наноматеріалів (чистих і допійованих) та ін.

ФІЗИЧНЕ ВІДДІЛЕННЯ	1963 р. Відділ низькотемпературн ого магнетизму	В. В. Єременко (з 1986 р. – М. Ф. Харченко)	Вивчення магнітоупорядкованих кристалів, а також фазових перетворень у феромагнетиках, надпровідниках, екситонних процесів в антиферомагнітних, молекулярних та напівпровідникових кристалах та ін.
	2	3	4
	1965 р. Відділ спектроскопії	І. Я. Фуголь (з 1999 р. – В. М. Самоваров; 2011 р. – С. С. Соколов)	Спектроскопія кріокристалів: вивчення властивостей інертних газів таких як, аргон, криптон, ксенон та інші та експерименти з молекулярними газами (азотом, киснем та іншими); Спектроскопія кріогенної гелієвої плазми та ін.
	1964 р. Відділ квантових рідин і кристалів	Б. М. Єсельсон (з 1980 р. – В. М. Григор'єв; з 1994 р. – Є. Я. Ридавський; 2014 р. – Г. В. Камарчук)	Кінетичні та термодинамічні властивості гелія; Квантові процеси у твердих гелій – 3 та гелій – 4 та їх растворах; Нові розробки у галузі техніки низьких та наднизьких температур; Розмірності низькорозмірних зчарджених систем; Ядерний магнетизм твердого гелію – 3 та гелію – 4 та ін.
	1966 р. Відділ магнітних і пружних властивостей твердих тіл	І. В. Свечкар'єв (з 2008 р. – Г. Є. Гречнев)	Теоретичні дослідження магнітних властивостей твердих тіл; Структурні та магнітопружні властивості низькотемпературних систем в області низькотемпературних фазових переходів; Теоретичні та експериментальні дослідження систем мультиферроїків та ін.
	1968 р. Відділ біофізики	Ю. П. Благой (з 2000 р. – В. О. Карачевцев)	Фізичні властивості вуглецевих нанотрубок, фуллеренів та їх гібридів з біомолекулами; Низькотемпературна спектроскопія ізольованих біомолекул та їх нанорозмірних комплексів; Масс-спектрометрії дослідження біомолекул та ін.

ФІЗИЧНЕ ВІДДІЛЕННЯ	1970 р. Відділ електронних кінетичних властивостей металів	Ю. Ф. Комнік	Теоретичне та експериментальне дослідження металів та напівметалів, які містяться в таблиці Д. І. Менделєєва та ін.
	1970 р. Відділ транспортних властивостей провідних і надпровідних систем	Ю. О. Колесніченко	Експериментальне і теоретичне вивчення транспортних властивостей нормальних і надпровідних систем при низьких та наднизьких температурах та ін.
	1970 р. Відділ мікроконтактної спектроскопії	І. Я. Янсон (з 2011 р. – Ю. Г. Найдюк)	Теоретичні дослідження явищ у слабо пов'язаних структурах, які відбуваються при тунельних переходах та у точкових металевих контактах, ін.

Додаток Д

**ФОТОГРАФІЇ ОРГАНІЗАТОРА, ПЕРШОГО ДИРЕКТОРА ФТІНТ АН
УРСР АКАДЕМІКА АН УРСР Б. І. ВЕРКІНА**

Рис. Д. 1 Б. І. Веркин. Підписання перших наказів на посаді директора ФТІНТ,
1960 р.



Рис. Д. 2 Академік Б. І. Веркін (остання фотографія, квітень 1990 р.)



Додаток Е

**ПОРТРЕТИ АКАДЕМІКІВ ТА ЧЛЕНІВ-КОРЕСПОНДЕНТІВ
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Рис. Е. 1 Академік АН УРСР О. В. Погорелов (03.03.1919 – 17.12.2002) –
завідувач відділення геометрії



Рис. Е. 2 Академік АН УРСР В. О. Марченко (07.07.1922) – завідувач відділу
математичної фізики

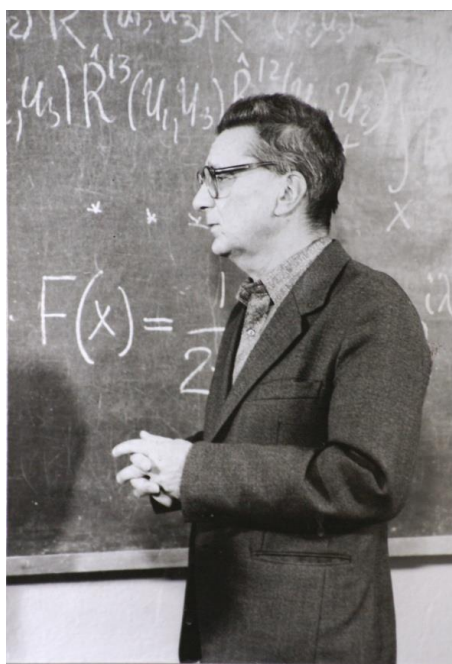


Рис. Е. 3 Академік НАН України В. В. Єременко (26.07.1932) – завідувач
відділу низькотемпературного магнетизму



Рис. Е. 4 Академік НАН України В. Г. Манжелій (03.03.1933 – 20.08.2013) –
завідувач відділу теплових властивостей молекулярних кристалів



Рис. Е. 5 Академік НАН України Л. А. Пастур (21.08.1937) – керівник відділу статистичних методів математичної фізики



Рис. Е. 6 Академік НАН України Є. Я. Хрусов (07.01.1937) – завідувач лабораторії математичного моделювання

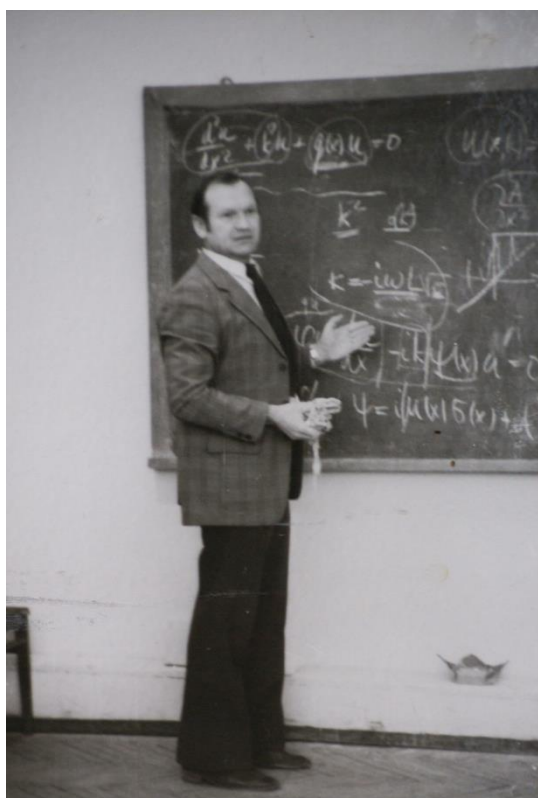


Рис. Е. 7 Заслужений діяч науки і техніки УРСР, професор В. І. Старцев, організатор і керівник відділу фізики реальних кристалів



Додаток Є
ФОТОГРАФІЇ ПРИЛАДІВ ТА АПАРАТУРИ, ЩО БУЛИ РОЗРОБЛЕНІ ТА
ВИГОТОВЛЕНІ ВЧЕНИМИ ФТІНТ

Рис. Є. 1 Автомобіль з вакуумним баком для використання рідкого метану в якості моторного палива



Рис. Є. 2 НАСТ-3 – об'єкт інтересу зарубіжних гостей



Рис. Є. 3 На випробуванні великовантажного
напівпричепа-рефрижератора АЛКА



Рис. Є. 4 Г. Д. Грамуля та В. І. Бондаренко в Кишиневі у період міжвідомчих
випробувань авторефрижераторів КріоОдАз



Рис. Є. 5 Розробники КріоОдАз



Рис. Є. 6 Виробництво ротора кріотурбогенератора

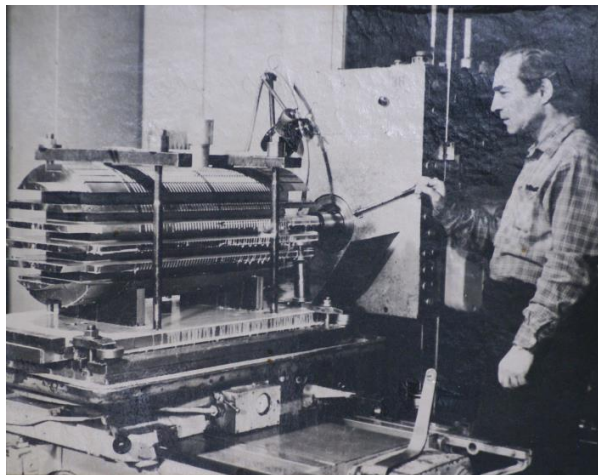


Рис. Є. 7 Випробування лінії кріогенної сублимаційної сушки на Валківському дослідному виробництві



Рис. Є. 8 Установки для кріогенного сублімаційного сушіння та кріоподрібнення плодів й овочів

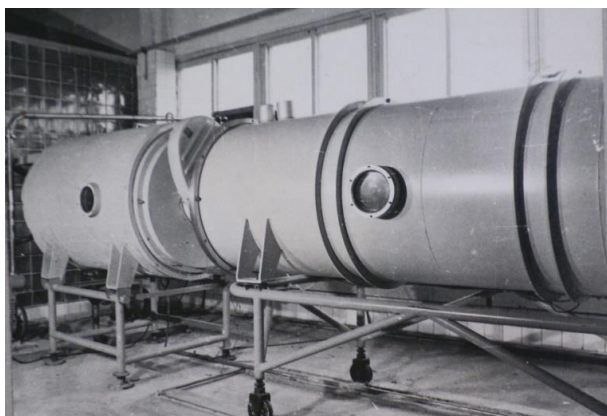


Рис. Є. 9 Кріоподрібнювач



Рис. Є. 10 Ділянка кріогенного подрібнення матеріалів. В. І. Момот і О. С. Кудрявцев



Рис. Є. 14 Збірка камери ВЕРОНІКА для дослідження біологічних об'єктів в умовах, що імітують космічний простір

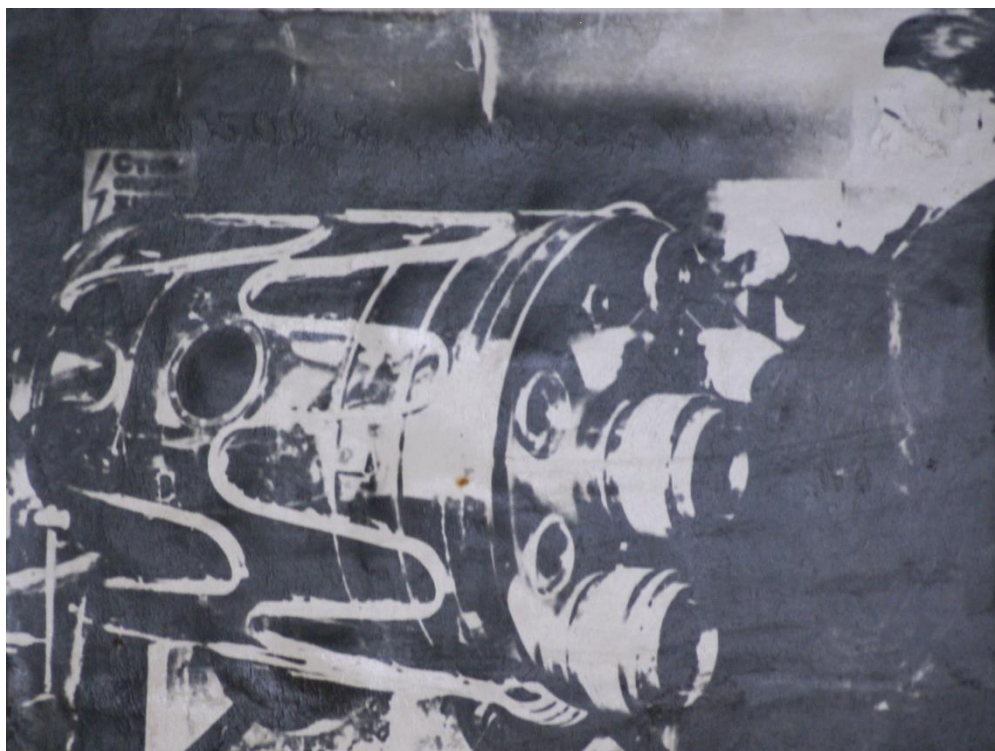


Рис. Є. 15 Камера В41 для випробувань в умовах імітують космічний простір

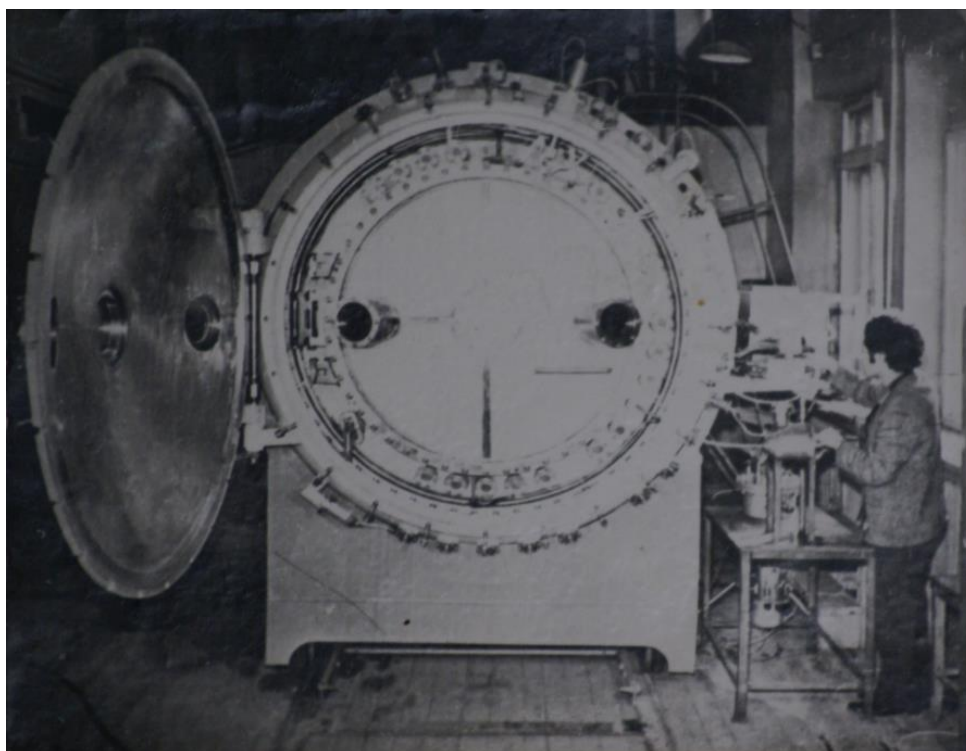


Рис. Є. 16 На випробуванні досвідченого зразка автономної кріогенної системи життєзабезпечення в кліматичній камері Інституту біофізики МОЗ СРСР



Рис. Є. 17 П. П. Павлов і В. В. Карцовнік за налаштуванням SQID – апаратури



Рис. Є. 18 Експедиція ФТІНТ з вивчення аномалій магнітного поля Землі за допомогою SQUID-апаратури, Якутія, 1976 р.



Додаток Ж

**ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ РОЗРОБОК УЧЕНИХ ФТІНТ НА ОСНОВІ КОНТЕНТ-АНАЛІЗУ ДРУКОВАНОГО
ОРГАНУ «ФНТ» (2000–2018 РР.)**



Додаток 3

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Овчаренко Ю. С. Основні етапи розвитку та досягнення ФТІНТ / Ю. С. Овчаренко // Вісник НТУ «ХПІ» Історія науки і техніки. – 2012. – № 42(948). – С. 87–95.
2. Овчаренко Ю. С. Володимир Марченко та розвиток фізичної математики у ФТІНТ / Овчаренко Ю. С. // Гуржіївські історичні читання: Зб. наук. пр. – 2013. – Вип. 6. – С. 137–139.
3. Овчаренко Ю. С. Роль Б. І. Веркіна та його учнів у розвитку фізики низьких температур / Овчаренко Ю. С. // Українознавчий альманах. – 2013. – Вип. 14. – С. 196 – 198.
4. Овчаренко Ю. С. Внесок харківських учених у розвиток фізики низьких температур / Овчаренко Ю. С. // Українознавчий альманах. – 2014. – Вип. 17. – С. 319–322.
5. Овчаренко Ю. С. Співпраця Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАНУ з підприємствами України у 70-х рр. ХХ ст. / Овчаренко Ю. С. // [Електронний ресурс]. – Історія науки і біографістика. – 2014. – Вип. 1. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/INB_Title_2014_1_14.pdf.
6. Овчаренко Ю. С., Ткаченко С. С. Участь Харківського Фізико-технічного інституту низьких температур у спільних науково-технічних проектах у 60–80 рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко, С. С. Ткаченко / Питання з історії техніки. – 2015. – № 4(36). – С. 15–21. *(особистий внесок автора: наукове опрацювання літературних джерел, аналіз і узагальнення одержаних результатів, розробка висновків).*

7. Овчаренко Ю. С. Закордонні зв'язки ФТІНТ у 60-ті – 80-ті роки ХХ ст. / Овчаренко Ю. С. // Питання історії техніки. – 2015. – Вип. 21. – С. 21–25.

8. Овчаренко Ю. С., Ткаченко С. С. Роль учених Фізико-технічного інституту низьких температур у підготовці науково-технічних та інженерних кадрів у період 60–90-х рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко, С. С. Ткаченко / [Електронний ресурс]. – Історія науки і біографістика. – 2017. – № 4. – Режим доступу: <http://inb.dnsgb.com.ua/2017-4>. *(особистий внесок автора: наукове опрацювання літературних джерел, аналіз і узагальнення одержаних результатів, розробка висновків).*

Статті у закордонних наукових виданнях:

9. Ovcharenko I. S. Development of Low Temperatures in Kharkov from the 30th to the first part of 90th years of the XX century / I. S. Ovcharenko // European Applied Sciences. – 2015. – № 4. – P. 13–15.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

10. Овчаренко Ю. С. Розвиток та фундаментальні дослідження ФТІНТ / Ю. С. Овчаренко // Пріоритети української науки і техніки: матеріали Сімнадцятої Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки та освіти та спеціалістів, 20 квітня 2012 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва, – К., 2012. – С. 199–201.

11. Овчаренко Ю. С. Становлення кріофізики, як галузі науки в Україні / Ю. С. Овчаренко // Переяславская рада: ее историческое значение и перспективы развития восточнославянской цивилизации: сб. мат. VII Междунар. научно-практическая конф., 19–20 декабря 2012 г., г. Харьков / НТУ «ХПИ», – Х., 2012. – Ч. I. – С. 66–68.

12. Овчаренко Ю. С. Вклад українського науковця – математика у галузі математичної фізики, математичного аналізу та диференціальних рівнянь /

Ю. С. Овчаренко // Зб. мат. Всеукраїнської наукової конференції., 21–22 червня 2013 р., м. Дніпропетровськ. – Дніпропетровськ, 2013. – Ч. II. – С. 14–16.

13. Овчаренко Ю. С. Б. І. Веркін – видатний український вчений та організатор науки / Ю. С. Овчаренко // Актуальні питання історії науки і техніки: зб. мат. 12-ої Всеукр. наук. конф., 3 – 5 жовтня 2013 р., м. Конотоп / Конотоп. міськ. Рада, Центр досл. наук.-тех. потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України, Акад. наук вищої освіти України [та ін.] – К., 2013. – С. 232–234.

14. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з підприємствами України в галузі кріомедицини у 70-ті роках ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко // Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: зб. мат. VI Міжнар. наук.-практ. конф., 30–31 жовтня 2013 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2013. – С. 298–300.

15. Овчаренко Ю. С. Співпраця з науково-дослідними установами та підприємствами країни у 60 – 80-х роках / Ю. С. Овчаренко // Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: зб. мат. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 29–30 жовтня 2014 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2014. – С. 208.

16. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з провідними країнами світу / Ю. С. Овчаренко // Історія розвитку науки, техніки та освіти: зб. мат. XII Міжнар. молодіжної наук.-практ. конф., 17 квітня 2014 р., м. Київ – К., 2014. – С. 83–85.

17. Овчаренко Ю. С. Міжнародна співпраця ФТІНТ у 70-ті рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко // Пріоритети української науки : зб. мат. дев'ятнадцятої Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів. 18 квітня 2014 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2014. – С. 135–137.

18. Овчаренко Ю. С. Становлення та розвиток фізики низьких температур в Україні / Ю. С. Овчаренко // Історія розвитку науки, техніки та освіти: зб. мат. XIII Міжнар. молод. наук.-практ. конф. 16 квітня 2015 р., м. Київ – К., 2015. – С. 66–68.

19. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з промисловими підприємствами України у 60-ті рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко // Україна і світ: Гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес: зб. мат. Міжнар. наук.-теорет. конф. студентів і аспірантів. 7–8 квітня 2015 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Ч. 3. – Х., 2015. – С. 102–104.

20. Овчаренко Ю. С. Імітація умов космосу і дослідження матеріалів при впливі космічного простору / Ю. С. Овчаренко // Актуальні питання історії науки і техніки: зб. мат. 14-ої Всеукр. наук. конф. 8–10 жовтня 2015 р., м. Львів / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2015. – С. 305–308.

21. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з вищими учбовими закладами у 60 – 90-х рр. ХХ ст. / Ю. С. Овчаренко // Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: зб. мат. VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 28–29 жовтня, 2015 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2015. – С. 193–195.

22. Овчаренко Ю.С. Співпраця ФТІНТ з внз країни та роль у підготовці наукових кадрів / Ю. С. Овчаренко // Наука України як фактор національної безпеки: зб. мат. двадцятої Всеукр. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів. 17 квітня, 2015 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва, Центр дослідж. з історії науки і техніки ім. О. П. Бородіна, Держ. екон.-технол. ун-ту транспорту, Укр. т-во істориків науки. – К., 2015. – С. 119–123.

23. Овчаренко Ю. С. Співпраця ФТІНТ з промисловими підприємствами / Ю. С. Овчаренко // Актуальні питання історії науки і техніки: зб. мат. 15-ої Всеукр. наук. конф. 29 вересня – 1 жовтня 2016 р., м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2016. – С. 178–181.

24. Овчаренко Ю. С. Впровадження азотних технологій в практику (80-ті) / Ю. С. Овчаренко // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. мат. Міжнар. наук.-практ. конф. 16 листопада

2017 р., м. Харків / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [та ін.] – Х., 2017. – С. 226–230.

25. Овчаренко Ю. С. Допомога ФТІНТ у проведенні геофізичних досліджень (середина 70-х рр. ХХ ст.) / Ю. С. Овчаренко // Пріоритети української науки: зб. мат. XXIII Всеукр. наук. конф. молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів. 20 квітня 2018 р. м. Київ / Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки НАН України ім. Г. М. Доброва – К., 2018. – С. 132–135.