

«Признанный отец советской физики» – создатель отечественной агрофизики

**Смык Александра Федоровна,
Гусева Елена Анатольевна,
Форш Екатерина Александровна**

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет, Москва, Россия

Имя Абрама Федоровича Иоффе неразрывно связано с историей отечественной физики, его вкладом в развитие физики полупроводников, созданием обширной научной школы, как организатора сети физико-технических институтов в СССР. В статье предпринята попытка обобщить материалы, связанные с деятельностью А.Ф. Иоффе по созданию новой области научных знаний в СССР – агрофизики, его роли в организации первого в мировой практике специализированного научного учреждения на стыке физики, техники и агрономии – Физико-агрономического института в Ленинграде. Идея рождения агрофизических исследований в СССР принадлежит А.Ф. Иоффе, который внутри руководимого им Ленинградского Физико-технического института (ЛФТИ) организовал обсуждение и затем выполнение первых работ в области гелиотехники: изучение физических основ для энергетического использования солнечного излучения; изучение тепловых явлений в солнечных установках; изучение вопросов превращения лучистой энергии в электрическую в фотоэлементах. Из сотрудников ЛФТИ, так называемой гелиобригады, позже вырос Среднеазиатский гелиотехнический институт, а в 1932 году из гелиотехнической группы был выделен коллектив для работы в новом Физико-агрономическом институте. В 1934 году этот институт при ВАСХНИЛ получил название Агрофизический институт (АФИ). С 1932 по 1960 годы А.Ф. Иоффе руководил АФИ. В статье представлены основные направления научных работ в этом институте в период его становления, выполненные известными учеными, учениками и соратниками А.Ф. Иоффе. Составлена таблица основных физических приборов, разработанных в АФИ, ставших основой агрофизического приборостроения.

Ключевые слова: агрофизика, А.Ф. Иоффе, физика полупроводников, Физико-Агрономический институт, Ленинградский физико-технический институт, гелиотехнический институт, агрофизическое приборостроение.

«The recognized father of Soviet physics» – the creator of domestic agrophysics

A.F. Smyk, E.A. Guseva, E.A. Forsh

Moscow automobile and road construction state technical university, Moscow, Russia

The name of Abram Fedorovich Ioffe is inextricably linked with the history of Russian physics, his contribution to the development of semiconductor physics, the creation of an extensive scientific school, and as the physics and technology institutes in the USSR or-

ganizer. The article makes an attempt to summarize materials related to the activities of A.F. Ioffe on the creation of a new field of scientific knowledge in the USSR – agrophysics, his role in organizing the world's first specialized scientific institution at the intersection of physics, technology and agronomy – the Physico-Agronomic Institute in Leningrad. The idea of the birth of agrophysical research in the USSR belongs to A.F. Ioffe, who, within the Leningrad Physico-Technical Institute (LPTI), which he led, organized the discussion and then the implementation of the first work in the field of solar technology: the study of the physical foundations for the energy use of solar radiation; study of thermal phenomena in solar installations; studying the issues of converting radiant energy into electrical energy in photocells. From the employees of LFTI, the so-called solar brigade, the Central Asian Solar Technical Institute later grew, and in 1932, a team was allocated from the solar technical group to work at the new Physico-Agronomic Institute. In 1934, this institute at the VASKhNIL received the name Agrophysical Institute (API). From 1932 to 1960 A.F. Ioffe headed the API. The article presents the main directions of scientific work at this institute during its formation, carried out by famous scientists, students and associates of A.F. Ioffe. A table has been compiled of the main physical instruments developed at the API, which have become the basis of agrophysical instrumentation.

Keywords: agrophysics, A.F. Ioffe, semiconductor physics, Institute of Physics and Agronomy, Leningrad Institute of Physics and Technology, Solar Engineering Institute, agrophysical instrumentation.

Введение

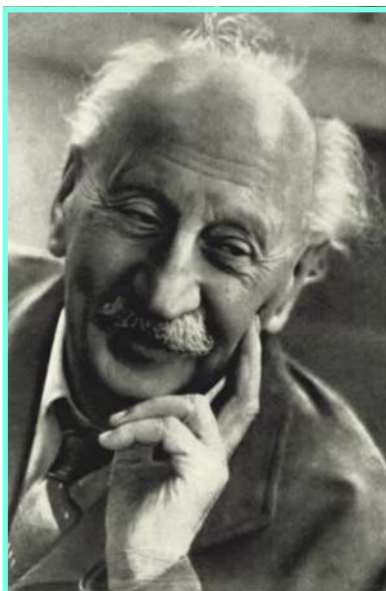
Во всем мире известно имя Абрама Федоровича Иоффе (1880–1960), физика-экспериментатора, внесшего большой вклад в изучение механизма электропроводности диэлектриков и физики полупроводников [1]. Стимулируя работы в самых разнообразных областях физики (физика твердого тела, ядерная физика, радиофизика, физика рентгеновского излучения, гелиофизика), он щедро раздавал идеи своим ученикам и остался в истории отечественной физики как создатель научной школы «папы Иоффе» [2]. Он не только выбирал самые перспективные темы исследований, но и находил для этих исследований молодых, талантливых людей. Создание А.Ф. Иоффе в 1918 году в Петрограде Физико-технического института (ФТИ), который первоначально назывался Государственным рентгенологическим и радиологическим институтом, было «событием первостепенной важности для последующего успешного развития физики в СССР» [3]. Интерес современных исследователей к этой сфере деятельности Иоффе, связанной с организацией и работой Физтеха, не ослабевает с годами, изданы книги воспоминаний, появляются публикации в современной научно-популярной литературе [4, 5]. Феномен Иоффе исследовался с точки зрения единства науки, образования и производства, он связан с необычайной широтой научных интересов самого А.Ф. Иоффе, его становления как ученого-экспериментатора в физической лаборатории К. Рентгена. По свидетельствам ученых-современников А.Ф. Иоффе его характерной чертой была междисциплинарность выполняемых научных работ, интерес к проблемам, находящимся на стыке физики с другими науками. Нобелевский лауреат по химии, ученик Абрама Федоровича Н.Н. Семенов на митинге памяти А.Ф. Иоффе в 1960 году сказал: «Никому и никогда в истории естественных наук не удавалось создать столь грандиозную по числу и разнообразию по направлениям научную школу...».

В жизни А.Ф. Иоффе большой временной период связан с организационной и научной работой в области агрономической физики, точнее с ее истоками и дальнейшим развитием. Роль и значение Иоффе в становлении советской агрофизики, которая институционально начала свое существование с организации Физико-агрономического института в Ленинграде в 1932 году, мало изучена. В биографии А.Ф. Иоффе, написанной в 1964 году М.С. Соминским, этой деятельности уделено лишь две страницы из почти 650 страниц книги [6]. «Яркая жизнь А.Ф. Иоффе еще ждет своего историографа» – написал Соминский в предисловии своей книги об Иоффе. Одна из первых биографий А.Ф. Иоффе написана в 1948 году его соратником и сотрудником ФТИ Я.И. Френкелем [7]. В этом биографическом очерке описан период создания ФТИ, ведущихся в нем научных исследованиях в новых областях физики, организацией научных семинаров, подготовкой научных кадров. Френкель охарактеризовал в этом очерке А.Ф. Иоффе как «признанного отца советской физики». Но о деятельности Иоффе по созданию совершенно новой науки – агрофизики на стыке физики, техники и агрономии, зародившейся благодаря его таланту физика, ученого и организатора, в этом очерке только упоминается. Следует отметить также юбилейные статьи по случаю создания Агрофизического института, в которых отмечается роль А.Ф. Иоффе как создателя советской агрофизики [8, 9]. В них также скупо упоминаются результаты первых десятилетий становления агрофизики. Историко-научных исследований, посвященных научной деятельности А.Ф. Иоффе в области агрофизики, в отечественной истории науки и техники не выявлено.

Цель настоящей статьи – исследовать роль и значение А.Ф. Иоффе в истории рождения агрофизической науки в СССР, в создании Агрофизического научно-исследовательского института в Ленинграде и в определении направлений научных исследований в первые десятилетия его существования.

Физики у истоков создания новой науки

Агрофизический институт создавался не на пустом месте, идея его создания витала в воздухе в конце 1920-х годов. В 1927 году правительством было принято решение о массовой коллективизации в СССР, в результате которой планировался рост продуктивности сельскохозяйственного производства. Предполагалось, что крупные сельские хозяйства и их



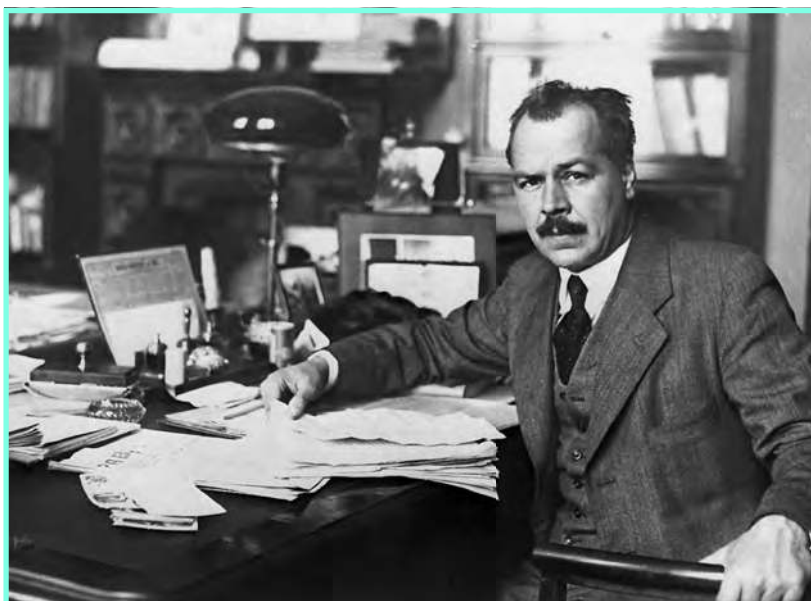
Abram Fedorovich Ioffe

Абрам Федорович Иоффе
(1880–1960)

механизация позволили бы осуществить переход рабочей силы из аграрного сектора в индустриальный. В это время в СССР происходили большие изменения в организации науки и высшего образования. Технологическое отставание стало причиной проведения радикальной и жесткой индустриализации, которая затронула систему Академии наук и высшего образования [10]. Например, приказом ВСНХ СССР от 25 апреля 1930 г. на базе Ленинградского Политехнического института были организованы отраслевые институты: Гидротехнический, Физико-механический, Котлотурбинный, Машиностроительный, Металлургический, Электромеханический и Электросварочный. По всей стране открывались новые учебные заведения и научно-исследовательские институты, они создавались сверху по постановлениям правительства в крайне тяжелых материально-технических условиях, в условиях отсутствия стабильного кадрового состава [11]. Типичным примером экстенсивного развития стало и выделение из состава Ленинградского Физико-технического института (ЛФТИ) новых Физико-технических институтов в Харькове, Днепропетровске, Томске, Свердловске. В архиве ФТИ хранится отчет директора института А.Ф. Иоффе, в котором написано: «Основная целевая установка Института с самого его основания – сделать физику базой социалистической промышленности, органически слив ее с техникой» [12]. В этом заключалась задача всей дальнейшей организационной, общественной и научной деятельности самого Абрама Федоровича.

Ноябрьский (1929 г.) пленум ЦК ВКП(б) принял постановление «Об итогах и дальнейших задачах колхозного строительства», в котором отметил, что в стране начато широкомасштабное социалистическое переустройство деревни и строительство крупного социалистического земледелия. В этом же году создана Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (ВАСХНИЛ), первым президентом ее стал выдающийся ученый-генетик Н.И. Вавилов. Новая академия объединила все научно-исследовательские аграрные институты, которые спустя пять лет разрослись до ста учреждений, слабо обеспеченные квалифицированными специалистами, с отсутствием должной материально-технической базы. Создание Физико-агрономического института происходило в этих условиях вопреки вышеперечисленным проблемам и благодаря участию двух академиков – А.Ф. Иоффе и Н.И. Вавилова.

Помимо планов создания Физико-агрономического института в составе ВАСХНИЛ, Н.И. Вавилова и А.Ф. Иоффе связывало участие в составе советской делегации в работе Второго Международного конгресса по истории науки и техники, который проходил в 1931 году в Лондоне [13]. Вавилов представлял доклады о положении дел в советской сельскохозяйственной науке. Среди докладов, подготовленных советской делегацией, значится доклад Иоффе «Физика и технология». Выступления советской делегации носили политический характер, все они содержали идеи советского марксизма, что резко отличало их от принятого в научном мире свободного высказывания ученого от своего лица. Отчет Иоффе об участии в



Николай Иванович Вавилов (1887–1943)

этом конгрессе был опубликован в сборнике Комиссии по истории знаний, которая существовала в АН СССР [14]. В отчете, составленном 13 марта 1932 года, Иоффе написал: «Конгресс по истории знаний имел преимущественно политическое и методологическое значение. В результате его и, в частности, моего доклада в Кембридже группа профессуры этого важнейшего в Англии университета приступила к изданию журнала, посвященного философии знаний и в особенности вопросам диалектического материализма». Деятельность Иоффе в Комиссии по истории знаний (КИЗ) демонстрирует его широкий научный кругозор, представляет еще одну сторону его личности.

А.Ф. Иоффе состоял членом бюро КИЗ при АН СССР (в 1927 году председателем ее был В.И. Вернадский) в 1930–1932 гг., а также был членом подкомиссии по физике серии «Биографии деятелей науки и техники» с 1931 г.

На сессии АН СССР 30 ноября 1930 года А.Ф. Иоффе выступил с предложением о создании музея по истории техники: «Музей, в котором представлена вся техника производства, где наглядно каждый человек может увидеть все это, даст гораздо больше, чем всякие популярные лекции и беседы» [14]. Иоффе был горячим сторонником создания музея техники, подобного тому, что он видел в Мюнхене. Разносторонняя научная деятельность А.Ф. Иоффе, в том числе и области истории науки и техники, в начале 1930-х годов говорит о его больших возможностях как ученого, так и организатора науки. В эти годы он формирует идею о включении физики в решение проблем сельского хозяйства, развитии физических методов в агрономии.



**Участники советской делегации на конгрессе по истории науки и техники в Лондоне
1931 г.**

*Слева направо: 1 ряд – Б.М. Гессен, Н.И. Бухарин, А.Ф. Иоффе, В.Ф. Миткевич;
2 ряд – Б.М. Завадовский, М.И. Рубинштейн, Н.И. Вавилов*

В истории создания Агрофизического института не последнюю роль сыграло решение об организации Среднеазиатского гелиотехнического института, о необходимости которого высказывались многие ученые, в том числе и А.Ф. Иоффе. История изучения солнечной энергии в целях ее практического использования началась еще в 1915 году, когда была создана Комиссия по изучению естественных и производительных сил России при Российской Академии наук, в которую входил В.И. Вернадский. В 1929 году Академия наук СССР вернулась к этому вопросу, на заседании 29 октября 1929 года А.Ф. Иоффе сделал доклад по вопросу изучения солнечной энергии и ее применения [15]. В связи с открытием Среднеазиатского гелиотехнического института внутри ЛФТИ началась подготовительная работа, была создана так называемая гелиобригада, об этом говорит протокол заседания гелиобригады [16]. На этом заседании 5 ноября 1931 года А.Ф. Иоффе высказал свои соображения о плане работы гелиобригады на следующий 1932 год. Иоффе предложил в работе создаваемого гелиотехнического института три направления научных исследований: изучение физических основ для энергетического использования солнечного излучения; изучение тепловых явлений в солнечных установках; изучение вопросов превращения лучистой энергии в электрическую в фотоэлементах [17]. В целях разработки проблем использования солнечной



Современное здание Агрофизического института в Санкт-Петербурге, Гражданский пр., д. 14

энергии по инициативе Иоффе в 1932 году был организован Среднеазиатский гелиотехнический институт. Ядро нового института составили сотрудники ЛФТИ.

Одним из членов комиссии по изучению естественных производительных сил России был профессор Борис Петрович Вейнберг, который провел теоретические и проектные изыскания в области применения солнечной аппаратуры для получения пара, горячего воздуха, механической энергии. Из доклада профессора Б.П. Вейнберга «История гелиотехники» 14 января 1933 г. в АН СССР: «идея о необходимости скорейшего овладения солнечной энергией, как гигантским источником энергии, ... пронизывает всю историю гелиотехники» [18]. Гелиотехнические исследования кроме ФТИ выполнялись также в Оптическом институте, Энергетическом институте АН СССР (именно это институт стал ведущей организацией в СССР по солнечной энергетике). В ЛФТИ А.Ф. Иоффе вел фундаментальные исследования по фотоэлектрическим преобразователям. В его книге «Физика кристаллов» (1927 г.) были изложены основные идеи по развитию фотоэнергетики. Фотоэлектрическая технология развивается и сегодня в России, она является основной технологией солнечной энергетики [19].

Почти в это же время, в самом начале 1931 года, в Ленинградском ФТИ проходит заседание научно-планового совета, на котором обсуждается вопрос о содействии физики сельскому хозяйству [20]. На этом заседании присутствуют известные физики-теоретики, с которыми Иоффе еще был знаком по кружку теоретической физики П.С. Эренфеста. Среди них В.Р. Бурсиан, он стал первым ученым секретарем ЛФТИ в 1918 г., затем



Кружок теоретической физики П.С. Эренфеста

1912 г.

Стоят (слева направо) : В.Р. Бурсиан, А.Ф. Иоффе, Ю.А. Крутков, В.М. Чулановский, Л.Д. Исаков, А.А. Добиащ, Я.Р.Шмидт, К.К. Баумгарт. Сидят (слева направо): П. Эренфест, Г.Г. Вейхардт, Г.П. Перлиц, Т.А. Афанасьева-Эренфест. Впереди — Д.С. Рождественский

руководителем теоротдела в ЛФТИ, а позже назначен деканом физического факультета в Ленинградском университете. Присутствовал и выступал В.К. Фредерикс, который также с 1923 года работал в Физико-техническом институте, заведовал лабораторией жидких кристаллов и преподавал в Ленинградском университете. Нами публикуется фотография, сделанная на научном семинаре А.Ф. Иоффе в ФТИ, где присутствовали В.Р. Бурсиан и В.К. Фредерикс. Участие таких крупных ученых в обсуждении сугубо практических проблем говорит о всеобщем настроении, царившем в ЛФТИ, стремлении содействовать развитию социалистического народного хозяйства. К сожалению, и В.Р. Бурсиан и В.К. Фредерикс были арестованы в 1936 году по ложным обвинениям и репрессированы, как и многие другие ученые по так называемому «Пулковскому делу» [21].

На заседании в ЛФТИ в 1931 году Иоффе обозначил ряд физических задач, которые стоят перед сельским хозяйством в области физики почвы и работы сельскохозяйственных машин. Он предложил выделить из состава сотрудников ЛФТИ группу, которая станет ядром для Агрофизического института. Местом расположения Агрофизического института Иоффе предложил Ростов¹ или Северный Кавказ. В.Р. Бурсиан в своем

¹ В Ростовской области в 1935–1941 годах находился филиал института Аксайская электробиологическая станция, прекратившая свое существование в связи с военными действиями в этом районе.



Рис. 3. На семинаре у А.Ф. Иоффе в Физико-техническом институте

Середина 1930-х гг. [12]

Справа от Иоффе – В.Р. Бурсиан и Н.Н. Семенов, слева – Я.И. Френкель,
П.И. Лукирский, последний в этом ряду – В.К. Фредерикс

выступлении подчеркнул, что «при создании Агрофизического института надо выделить кадры, знакомые по существу дела с агрономией, но достаточно образованных физиков, способных ... ставить планомерную работу в области агрофизики». Иоффе на этом заседании указал две области, где требуется участие физиков, – это гелиотехника и электрификация сельского хозяйства.

Через год после заседания в ЛФТИ 7 января 1932 года Президиум ВАСХНИЛ постановил организовать Физико-агрономический институт. С 1932 по 1939 годы институт находился на территории ФТИ по адресу: Ленинград, Сосновка, Лесной, 2. Директором Физико-агрономического института был назначен А.Ф. Иоффе. Ядро Физико-агрономического института составила бригада «Парники и теплицы», которая ранее была создана в ЛФТИ внутри гелиотехнической группы [6. С. 386]. В 1934 году по постановлению СНК СССР институт переименован в Агрофизический институт. С началом Великой отечественной войны деятельность института была перестроена, институт был частично законсервирован, а сотрудники эвакуированы на Менделеевскую опытную станцию (Пермский край), там на время войны был организован филиал института. Агрофизический институт возобновил свою деятельность в Ленинграде только в январе 1945 года [8].

В соответствии с требованиями военного времени деятельность ЛФТИ также была перестроена, тематика всех научных работ была направлена на «укрепление военной мощи». А.Ф. Иоффе принял активное участие в новых проектах, связанных с военной тематикой, главным образом, в атомном проекте СССР. С 1941 года А.Ф. Иоффе вошел в Комиссию при

Ленинградском ГК ВКП(б) для формирования и реализации оборонных предложений. Возглавлял эту комиссию академик Н.Н. Семенов, а членами были Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон и другие крупные ученые. Позже А.Ф. Иоффе с сотрудниками ЛФТИ были эвакуированы в Казань, где на территории Казанского университета развернули работу восемь лабораторий ЛФТИ.

Первые научные исследования в области агрофизики

Сегодня агрофизика, агрономическая физика, – это наука о физических методах исследования внешних условий жизни растений и физических процессах их жизнедеятельности; разрабатывает приёмы регулирования физических условий в почве и в приземном слое воздуха. Состоит из разделов: физика почв (физика твёрдой фазы почвы, гидрофизика почвы, теплофизика почвы, физика газовой фазы почвы); физика приземного слоя воздуха (аэродинамические, радиационные и другие параметры); биофизика растений (светофизиология растений, радиобиология растений); приёмы и средства регулирования внешних условий жизни растений в целях повышения их продуктивности и скороспелости [22]. Агрофизика развивается на основе теоретических достижений современного естествознания, в особенности физики и биофизики, а также электроники, физики полупроводников, полимеров и пластмасс. Во всем мире создателем советской научной школы агрофизики признан А.Ф. Иоффе. Считается, что начало применению физики в сельском хозяйстве в Европе было положено в СССР в 1920-1930-е годы благодаря А.Ф. Иоффе [23]. Мировое признание получили две фундаментальные работы Иоффе: «Физика и сельское хозяйство» (1955 г.) и «Физика для сельского хозяйства» (1959 г.).

По воспоминаниям профессора Исаака Борисовича Ревута, заместителя директора Агрофизического института с 1936 по 1972 г., идею создания Агрофизического института поддержал академик, президент ВАСХНИЛ Н.И. Вавилов, который был своего рода учредителем этого института и главным консультантом Иоффе по вопросам биологии [24]. Один из учеников Н.И. Вавилова, Б.С. Мошков, позже проработавший вместе с А.Ф. Иоффе около десяти лет, вспоминал: «мне приходилось неоднократно слышать от Николая Ивановича [Вавилова], как его радует, что крупный физик Иоффе начал серьезно заниматься проблемами агрономии... а однажды, вызвав меня к себе в кабинет, он сказал: В институте у А.Ф. Иоффе ведутся очень интересные работы по выращиванию растений при электрическом освещении, но это вызывает неудовольствие у руководства ВАСХНИЛ. Я хочу сам составить в их защиту специальный доклад. Так вот, чтобы его написать объективно, надо, чтобы Вы поехали к Абраму Федоровичу, поговорили с ним, подробно осмотрели лабораторию, и все изложили мне» [24. С.199].

В истории становления агрофизики как науки следует выделить этап предыстории, для которого характерно появление отдельных научных работ по изучению физических свойств почвы, светофизиологических экспериментов, создания приборов для измерения физических параметров.

Центрами агрофизических исследований в начале XX века в России были Почвенный институт академии наук, Московский государственный университет, Тимирязевская сельскохозяйственная академия, Институт почвоведения. Велись агрофизические работы в Германии, Австрии, США, Англии. А.Ф. Иоффе понимал, что без изучения мирового опыта в науке нельзя продвинуться вперед и всячески содействовал распространению накопленных знаний в области агрофизики. Так, в 1933 году он инициировал и был редактором издания книги английского исследователя Бернарда Кина «Физические свойства почвы» («The physical properties of the soil»). Эта книга впервые в СССР знакомила почвоведов, агрономов с достижениями других стран в области агрофизики. В ней были представлены история обработки почвы, механический анализ, водный, тепловой, воздушный режимы почвы. В 1937 году Физико-агрономический институт опубликовал сборник переводных работ зарубежных ученых-агрофизиков, который назывался «Водные свойства почвы» [25].

К этапу становления агрофизики следует отнести и работы, ведущиеся до 1945 года в Агрофизическом институте под руководством А.Ф. Иоффе. В книге «Советская агрофизика» Иоффе писал: «В начальный период его (АФИ) деятельности трудно было создать кадры агрономов, владеющих современной физикой, и подыскать физиков, склонных посвятить себя решению агрономических задач... немало ошибок, а также недовершенных до конца и потому недостаточно убедительных опытов можно найти в истории исканий нового института» [26. С 240].

Через два года после основания Физико-Агрономического института А.Ф. Иоффе пишет: «... мы не пошли по линии оценки эмпирических приемов земледелия, а поставили целью разработку активных методов и, следовательно, принципиально новых приемов воздействия на почву, растение и животное с целью повышения их продуктивности» [27. С 225]. В области активных воздействий на почву как среду для растений руководитель АФИ определил три задачи: создание искусственной структуры почв, регулирование теплового их режима и воздействие на водный баланс пахотного слоя [28]. Важной стороной таких исследований являлось создание математической модели, позволяющей точно предсказывать ночные температуры и утренние заморозки. Наличие полупроводниковых приборов давало возможность автоматически включать в правильном режиме необходимое орошение. По мысли Иоффе, используя показания измерительных приборов, разбросанных по всему полю, ученые в состоянии проследить за взаимосвязью света, тепла, влажности и за реакцией растений на внешние условия. Научные исследования в первые годы существования АФИ выполнялись известными учеными, учениками и соратниками А.Ф. Иоффе.

Профессор Киевского университета Дмитрий Николаевич Наследов в 1930 году был приглашен А.Ф. Иоффе на работу в Ленинградский ФТИ. Совсем скоро он стал заместителем Иоффе по научной части, а в 1932 году вел организационную работу по созданию Гелиотехнического института, несколько раз был командирован в Ташкент и Самарканд с этой

целью. В это же время в ФТИ создается новое направление – физика полупроводников, которыми занялись А.Ф. Иоффе, Д.Н. Наследов, П.В. Шаравский, В.П. Жузе и др. Иоффе вместе с сотрудниками начали изучать теплопроводность и фотопроводимость закиси меди – первого классического полупроводника, а также изучать и создавать фотоэлементы и выпрямители на его основе.

В 1930-е годы в АФИ работали известные ученые — основоположник экологической физиологии растений академик Н.А. Максимов, физики Д.Л. Талмуд, П.П. Кобеко, биофизик Г.М. Франк, почвоведы Ф.Е. Колясев, П.В. Вершинин, физиолог растений В.П. Мальчевский.

В 1932 году заместителем директора в АФИ был назначен Николай Александрович Максимов, в нем он организовал первую в СССР и в мире лабораторию светофизиологии и светокультуры, научным стержнем ко-



Николай Александрович
Максимов (1880–1952)

торой явилась фотопериодическая реакция растений. После 1945 года по индивидуальному проекту было выстроено новое здание лаборатории светофизиологии с экспериментальными помещениями, полностью лишенными солнечного света. По спецзаказу были сконструированы и созданы установки для выращивания растений при заданных фотопериодических режимах, а также вегетационные камеры с программируемым не только световым, но и температурным режимом. Все это существенно расширило возможности изучения влияния на рост, развитие и продуктивность растений интенсивности света, его спектрального состава, продолжительности и периодичности освещения. Б.С. Мошков руководил лабораторией светофизиологии в АФИ с 1945 по 1988 год.

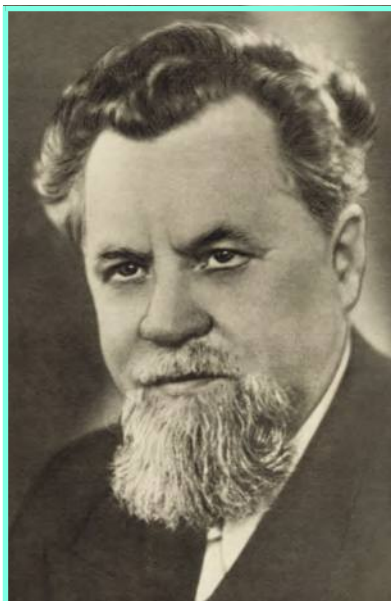
Федор Ефремович Колясев, доктор сельскохозяйственных наук, возглавлял сектор физики почв в АФИ, в котором разработал теорию дифференциальной влажности почв и обосновал приемы обработки почвы [29]. Александр Владимирович Куртнер, доктор физико-математических наук, создал метод измерения теплофизических характеристик почвы, предложил физический и математический анализ энергетики почвенного слоя. Владимир Павлович Мальчевский, доктор сельскохозяйственных наук, разработал методы светостимуляции на искусственных источниках света² Абрам Филиппович Чудновский разрабатывал теплофизику почв, стал автором базовых идей в учении о тепло- и массообмене в системе почва-растение-приземный воздух. И.Б. Ревут, доктор сельскохозяйственных

² В.П. Мальчевский погиб, как и многие его сотрудники, в блокадном Ленинграде в 1942 году.

наук, разрабатывал основы рациональных систем и обработки почв [30]. Следует отметить, что в Ленинградском Физико-техническом институте с 1929 по 1933 годы велись биофизические исследования, в которых принимал участие молодой аспирант Глеб Михайлович Франк. Он развивал идею П.П. Лазарева и А.Ф. Иоффе о создании новой науки – биофизики, и в 1935 году получил степень доктора биологических наук по специальности «биофизика», стал академиком, одним из основоположников применения физических подходов в сельскохозяйственных исследованиях.

А.Ф. Иоффе принадлежит к тому типу ученых, для которого характерно сочетание плодотворной научной работы и общественной деятельности, популяризации науки. Еще в 1929 году он поддержал инициативу студентов Ленинградского политехнического института, деканом которого он был на протяжении 30 лет, по изданию журнала «Физика и производство». Он придавал большое значение развитию связей физики и техники, благодаря Иоффе в 1931 году началось издание журналов «Экспериментальная и теоретическая физика» и «Техническая физика». Через год после образования АФИ в Ленинграде в «Красной газете» 7 декабря 1932

года была опубликована большая статья А.Ф. Иоффе «Физика на службе агрономии» [31]. В ней определена задача совсем новой науки агрофизики – «активное воздействие на физические факторы, определяющие развитие растений». В этой статье, рассчитанной на самый широкий круг читателей, на примере конденсации растениями солнечной энергии Иоффе показывает, что в природе не всегда растение наилучшим образом приспособлено для этого, можно изменять физические условия развития растения для тех или иных поставленных задач. Можно придать почве такие свойства, пишет Иоффе, чтобы она очень много поглощала лучистой энергии



Федор Ефремович Колясов
(1898–1958)



Глеб Михайлович Франк
(1904–1976)

и сравнительно мало испускала. Для этого надо изменить поверхностные свойства почвы. Эффективное использование солнечной энергии предлагается с помощью замены стекла в оранжереях и парниках на органическую пленку. Иоффе популярно пишет о первых разработках в Физико-агрономическом институте. Вместе с Ф.Е. Колясевым Иоффе в 1934 году пишет статью для газеты «Извести» под названием «Сельское хозяйство и физика» [27].

Направления первых научных работ в области агрофизики А.Ф. Иоффе определил еще 29 ноября 1931 года на объединенном заседании Группы математики, астрономии, физики и техники АН СССР, где он выступил с предложением поручить ЛФТИ вести работы по усовершенствованию четырех типов солнечных установок: 1) опреснителей, 2) подогревателей, 3) котлов и 4) парников, теплиц (аккумуляторов солнечной энергии).

Именно Иоффе пришла в голову мысль о создании более простых и дешевых теплиц и о замене тяжелого ломкого стекла легкими, достаточно прочными и прозрачными пленками из полимеров. «Уже в 1933–1934 гг. не в лабораториях, а в хозяйствах страны шли испытания самых различных по размерам и формам пленочных сооружений» – вспоминал И.Б. Ревут [2. С. 219]. Затем этот опыт распространился и в других странах (Англия, Германия, Япония). Через четыре года после основания институт показал результаты применения физики в сельскохозяйственном производстве: создание искусственных почвенных структур, битумной эмульсии для закрепления песков, прозрачной пленки для защищенного грунта, разработка метода стимуляции искусственным светом семян и рассады. Кроме этого, были разработаны новые методики в агрономии и биологии: определение влажности почвы, измерение лучеиспускания; созданы новые измерительные приборы: радиационный термометр, ультрафиолетовые фотометры, нефелометр, генератор ионов, пирометр, специальные источники света и фильтры для растений [32].

Агрофизическое приборостроение

С начала 1930-х годов собственная научная работа А.Ф. Иоффе была сосредоточена на проблеме физики полупроводников. Новый класс веществ изучался им в лаборатории физики полупроводников, которую он возглавил в 1932 году в ФТИ. Полупроводники обладают высокой чувствительностью к внешним воздействиям, они способны менять свою проводимость под воздействием различных факторов, и целым рядом уникальных свойств, которые сделали их материалом для создания различных электронных устройств. В таблице представлены некоторые приборы, которые были разработаны учеными Агрофизического института [33, 34].

В создании этих приборов в мастерских при Агрофизическом институте А.Ф. Иоффе видел реализацию идей агрофизики для широкой практики сельского хозяйства, эти приборы передавались отраслевым институтам ВАСХНИЛ – Институту овощного хозяйства, Мичуринскому институту плодово-ягодного хозяйства, для зональных станций, в первую очередь, для ведущихся в них научно-исследовательских работ.

Таблица

Приборы	Применение
Прибор для контроля влажности почвы (предложен проф. Ф.Е. Колясевым)	В основе прибора лежит метод измерения влажности почв, основанный на зависимости уплотняемости почвы от влажности. Если составить градуировочную кривую зависимости уплотняемости от влажности, то в дальнейшем можно без сушки, без взвешивания, только по изменению объема почвы под данным давлением получить представление о влажности почвы с точностью до 1–2%. Промышленность выпустила 600 таких приборов, которые прошли успешные испытания в разных научных и опытных учреждениях
Приборы для электрометрического измерения температур в почве на любой глубине, для измерения температуры поверхности почвы и воздуха	На основе применения полупроводниковых сопротивлений, сотрудниками института создан прибор, позволяющий из одной центральной станции измерять температуру почвы в точках, расположенных за сотни метров или даже километров от измерительного агрегата. Такие приборы пригодны для измерения любых температур: отрицательных так же, как и положительных. Для измерения температуры поверхности почвы разработан «термопаук», дающий возможность измерять усредненную температуру на площади порядка 1 м ²
Приборы для измерения влажности воздуха	Первый прибор (электропсихрометр) основан на использовании термосопротивления и определяет влажность воздуха по разности сопротивлений влажного и сухого термистора, причем неизменность условий испарения обеспечивается электрическим вентилятором. Другой прибор предназначен для определения влажности в незначительных по толщине слоях воздуха, например, в точке роста растений. Существовавшие до сих пор приборы измеряли влажность только в больших объемах воздуха. Приборы не требуют наблюдений в месте их установки. Наблюдатель может находиться на значительном расстоянии от регистрирующего агрегата
Штанговые термометры	Измерение температуры в почве по одной вертикали до глубины 1–2 м. Диапазон измеряемых температур от минус 20 до плюс 40°С. Точность измерения 0,2. Штанговый термометр – стационарный прибор, устанавливается в любой части поля, измерители вдоль штанги установлены на глубине 5, 10, 50, 100 см и более. Провода полупроводниковых термосопротивлений, смонтированных вдоль штанги, отводятся к месту производства измерений. Это может быть любое помещение на расстоянии сотен или даже тысяч метров от места установки самих штанг. Измерительный агрегат состоит из неравновесного моста и распределительного устройства с переключателем на 10 позиций
Пахотный полупроводниковый электротермометр	Термометр состоит из рукоятки, полого металлического цилиндра, на наружной поверхности которого имеются черточки с цифрами для измерения глубины погружения термометра. Цилиндр заканчивается колпачком, внутри которого находится термосопротивление. С помощью выходящего из рукоятки провода термометр присоединяют к измерительному агрегату – мосту. Простым нажатием на рукоятку прибора его погружают в почву на нужную глубину, а затем можно наблюдать температуру. На каждое измерение затрачивается не более 2–4 минут. Таким образом, один наблюдатель может за полтора часа собрать сведения о температуре в пахотном слое поля в 40–50 точках и представить данные о своевременности начала сева

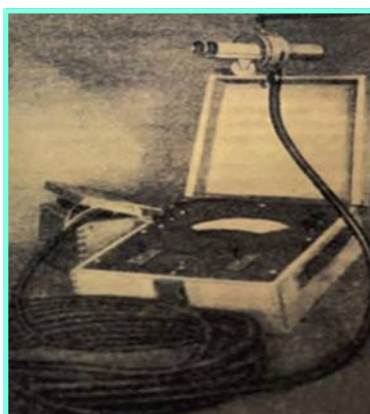
Приборы	Применение
Микроэлектротермометр для измерения температуры растительных и других поверхностей	Термометр представляет собой полупроводниковый шарик размером 0,5 мм конструкции В.Г. Карманова. Шарик смонтирован на конце стеклянного капилляра. Внутри капилляра проходят подводящие провода шарика. Измерительный агрегат построен по схеме неравновесного моста. Для получения отсчета температур достаточно прикоснуться шариковым датчиком к измеряемой поверхности и поддержать несколько секунд. Основным преимуществом прибора являются незначительные размеры чувствительной части датчика. Это позволяет сделать одно измерение за несколько секунд. Показатели микротермометра легко перевести на запись, используя самопишущий гальванометр или электронный потенциометр. Таким путем появилась первая возможность непрерывно в течение часов, суток и даже месяцев записывать температуру поверхности листьев растений, кожи животных и т.д.
Полупроводниковый электротермометр для зернохранилищ	Термометр находится на одном конце трехметровой разборной трубки. Он представляет собой полупроводниковое термосопротивление, помещенное в латунный защитный чехол. Прибор позволяет производить точные и надежные измерения, а также вести непрерывную запись температуры зерна, отслеживая возможные повышения температуры и предотвращая следующие за этим гнилостные процессы
Приборы для измерения, сигнализации и регулирования температур	Для сигнализации об отклонениях от кондиционных условий и для автоматической регуляции температуры созданы однотоочечные и многоточечные электротермосигнализаторы (в частности, 25-точечный термосигнализатор) и автоматические регуляторы температур. Эти приборы построены на полупроводниковых сопротивлениях в качестве датчиков температур. Приборы являются дистанционными, они могут быть удалены от места измерения даже на километры.
Прибор для контроля условий сушки зерна	Позволяет измерять температуру в разных частях сушилки, с помощью многоточечных полупроводниковых термометров это происходит дистанционно и открывает возможность термосигнализации и терморегуляции в сушилках



Прибор Ф.Е. Колясева для определения влажности почвы без взвешивания почвенных образцов



«Термопак» – термометр для измерения температуры поверхности почвы



Электросихрометр



Многоточечный полупроводниковый термосигнализатор (автор разработки: Шлимович Б.М. [25])



Пахотный полупроводниковый электрометр (авторы разработки: Шлимович Б.М., Гречко Ф.М.)

Заключение

Трудно переоценить значение сельского хозяйства для жизни страны: продовольственная безопасность, рабочие места, получение сырья для ряда отраслей промышленности, доходы от импорта. На сегодняшний день сельское хозяйство нашей страны представляет собой активно развивающуюся высокотехнологичную отрасль. По данным Минсельхоза, урожай зерна в России составил 147 млн тонн в 2023 г., что стало вторым результатом в истории страны после урожая 2022 г. (153,8 млн т). Таким замечательным результатам предшествовал долгий исторический путь развития, первые шаги которого были сделаны в период становления СССР. В начале этого пути стояли высококвалифицированные научные работники, внедряющие в производство передовые, в то время революционные, достижения науки и техники. Среди этих специалистов высокой квалификации были люди, обладающие мощной энергией и интуитивным научным предвидением для того, чтобы задавать нужное направление разработке новых научных технологий и внедрению новой техники, а также новых методов работы в важную для страны отрасль сельского хозяйства. Одним из таких людей был А.Ф. Иоффе. Именно под его непосредственным руководством в нашей стране появилась новая наука – агрономическая физика, стоящая на стыке двух наук: агрономии и физики. Под руководством А.Ф. Иоффе достижения физики полупроводников, физики атомного ядра становились на службу сельскому хозяйству, появлялись новые технологии, новая техника. А.Ф. Иоффе не воспринимал науку как сугубо теоретические изыскания, в каждом научном открытии он видел возможность практического улучшения жизни: «... в вопросе об отношении физики к технике много недоразумений и прямых ошибок. Одни ожидают, что физика может руководить техникой, создавая новые производства, другие считают ее бесполезной для практики. Часто требуют, чтобы физика внедряла в технику свои приемы, чуть ли не насильно, без учета инженерных и экономических факторов. И только немногие понимают, что главный долг физики - отвечать на запросы техники, когда они вытекают из состояния производства, и готовить новые приемы». [35. С. 862].

Создание Агрофизического института и зарождение отечественной агрофизики, у истоков которой стоял А.Ф.Иоффе – интересный и важный исторический момент развития сельского хозяйства нашей страны, достойный подробного рассмотрения, которому на фоне громадных успехов А.Ф. Иоффе в области отечественной физики уделяется мало внимания.

Список литературы

1. Научно-организационная деятельность А.Ф. Иоффе. Сборник документов. Л.: Наука. 1980
2. Жузе В.П. Воспоминания об А.Ф. Иоффе. Л.: Наука, 1972.
3. Тушкевич В.М. Физика: Проблемы. История. Люди: Сб. статей. М.: Наука, 1986.
4. Витман Р., Куницына Е. Абрам Федорович Иоффе – первый директор Физтеха // Природа. 2018. № 9.
5. Усанов Д.А. Школа А.Ф. Иоффе как пример единства науки, образования и производства // Известия вузов. Электроника. 2006. №5. С. 118–123
6. Соминский М.С. Абрам Федорович Иоффе. М.-Л.: Наука. 1964
7. Френкель Я.И. Абрам Федорович Иоффе. Л.: Наука. 1968.
8. Агрофизика от А.Ф. Иоффе до наших дней. Сборник статей под общ. ред. Ускова И.Б. СПб.:Агрофизический НИИ. 2002.
9. Усков И.Б., Якушев В.П., Чесноков Ю.В. Агрофизический институт: междисциплинарные и многопрофильные исследования для практики земледелия и растениеводства (1932–2022). 90 лет Агрофизического института как история приоритетных достижений в отечественной и мировой агрофизической науке // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 3. С. 403–424.
10. Смык А.Ф. Исторический опыт реформирования инженерного образования в России // Вопросы истории естествознания и техники. 2015. Т.36. № 3. С. 537–558.
11. Смык А.Ф. Опыт отраслевого управления вузами // История науки и техники. 2014. №9. С. 7–16.
12. Дьяков Б.Б., Савельева Д.Н. Хронология века Физтеха в документах из Архива ФТИ имени А.Ф. Иоффе. Начало // Природа. 2018. № 9. С. 84–92.
13. Цзюнькай Ц., Вэньпэй Т., Синюгин М.В. Утверждение советского марксизма в мировой научной среде: опыт работы советской делегации на Втором Международном конгрессе по истории науки и техники // Социология науки и техники. 2022. Т. 13. № 4. С. 83–109
14. Комиссия по истории знаний. Сборник документов. СПб.: Наука, 2003.
15. Из протокола заседания ОМЕН АН СССР о необходимости изучения солнечной энергии. ААН СССР. Ф. 1, оп. 1-1929, л. 67.
16. Протокол заседания группы ФТИ по рассмотрению плана гелиобригады. АФТИ АН СССР, ф. 3, оп. 1, д. 4. л. 47.
17. Выступление А.Ф. Иоффе на объединенном заседании Группы математики, астрономии, физики и техники АН СССР об использовании различных источников энергии 29 ноября 1931 г. ААН СССР, ф. 1, оп. 1-1931. Л. 124–125.
18. Доклад профессора Б.П. Вейнберга «История гелиотехники» 14 января 1933 г. // АРАН. Фонд 154. Опись 4. С. 1–61.
19. Бутузов В.А. Российская солнечная электроэнергетика // Окружающая среда и энерговедение. 2020. № 2. С. 10–25.
20. Протокол заседания научно-планового совета физико-механического сектора ФТИ по вопросу о содействии физики сельскому хозяйству // АФТИ АН СССР. Фонд 3, оп. 1, д. 1, л. 1.
21. Сонин А.С., Френкель В.Я. «Зачем вы подались в науку, Фредерикс?» // Природа. 1994. № 10. С. 86–95.
22. Чудновский А.Ф. Что такое агрофизика. М.-Л.: Изд-во физматлит. 1963.
23. Advances in agrophysical research. Edited by S. Grundas. 2013. 410 p.
24. Николай Иванович Вавилов: Очерки, воспоминания, материалы. М.: Наука, 1987.
25. Водные свойства почвы. Сборник переводных работ под редакцией Ф.Е. Колясева. Л.: Гос. изд-во колхозной и совхозной лит. 1937.

26. Иоффе А.Ф. Советская агрофизика. М.: Изд-во министерства сельского хозяйства СССР. 1957.
27. Иоффе А.Ф., Колясеев Ф.Е. Сельское хозяйство и физика // Известия, 1934, 16 ноября.
28. ЦГАНТД СПб. Фонд Р-328. Агрофизический научно-исследовательский институт Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (АФИ ВАСХНИЛ) Министерства сельского хозяйства СССР. Ленинград. 1935–1977.
29. Колясеев Ф.Е. Метод искусственного образования структуры почвы. Под ред. А.Ф. Иоффе. М., Л.: Изд-во Акад. с.-х. наук. 1935.
30. Ревут И.Б. Физика и прогресс в земледелии / Наука и человечество. М., 1962.
31. Иоффе А.Ф. Физика на службе агрономии // Красная газета. 7 декабря 1932.
32. Чудновский А.Ф., Шлимович Б.М. Полупроводниковые приборы в сельском хозяйстве. Л.-М.: Сельхозиздат, 1961.
33. Иоффе А.Ф. Физика и сельское хозяйство. М.-Л.: Изд-во академии наук СССР, 1955.
34. Иоффе А.Ф., Ревут И.Б. «Физика на службе сельского хозяйства». М.: Знание, 1959.
35. Иоффе А.Ф. Отчет о работе Физико-технического института // УФН, 1936. Т. XVI, вып. 7, с. 847–871.

References

1. Nauchno-organizatsionnaya deyatel'nost' A.F. Ioffe. Sbornik dokumentov. (1980) [Scientific and organizational activities of A.F. Ioffe. Collection of documents]. L.: Science. (In Russian)
2. Zhuze V.P. (1972) Vospominaniya ob A.F. Ioffe [Memories of A.F. Ioffe]. L.: Nauka. (In Russian)
3. V.M. Tushkevich (1986) Fizika: Problemy. Istoriya. Lyudi: Sb. statey [Physics: Problems. Story. People: Sat. articles]. M.: Nauka. (In Russian)
4. Vitman R., Kunitsyna E. (2018) Abram Fedorovich Ioffe – pervyy direktor Fiztekha [Abram Fedorovich Ioffe – first director of the Physics and Technology Institute]. *Priroda*, 9. (In Russian)
5. Usanov D.A. (2006) Shkola A.F. Ioffe kak primer yedinstva nauki, obrazovaniya i proizvodstva [School A.F. Ioffe as an example of the unity of science, education and production]. *Izvestiya vuzov. Elektronika*, 5, 118. (In Russian)
6. Sominsky M.S. (1964) Abram Fedorovich Ioffe. M.-L.: Nauka. (In Russian)
7. Frenkel Ya.I. (1968) Abram Fedorovich Ioffe. L.: Nauka. (In Russian)
8. Uskova I.B. (2002) Agrofizika ot A.F. Ioffe do nashikh dney. Sbornik statey [Agrophysics from A.F. Ioffe to the present day. Collection of articles]. SPb.: Agrofizicheskiy NII. (In Russian)
9. Uskov I.B., Yakushev V.P., Chesnokov Yu.V. (2022) Agrofizicheskiy institut: mezhdistsiplinarye i mnogoprofil'nyye issledovaniya dlya praktiki zemledeliya i rasteniyevodstva (1932–2022). 90 let Agrofizicheskogo instituta kak istoriya prioritetnykh dostizheniy v otechestvennoy i mirovoy agrofizicheskoy nauke [Agrophysical Institute: interdisciplinary and multidisciplinary research for the practice of agriculture and crop production (1932–2022). 90 years of the Agrophysical Institute as a history of priority achievements in domestic and world agrophysical science]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 57, 3, 403. (In Russian)
10. Smyk A.F. (2015) Istoricheskiy opyt reformirovaniya inzhenernogo obrazovaniya v Rossii [Historical experience of reforming engineering education in Russia]. *Voprosy istorii yestestvoznaniya i tekhniki*, 36, 3, 537. (In Russian)
11. Smyk A.F. (2014) Opyt otraslevogo upravleniya vuzami [Experience in sectoral management of universities]. *Istoriya nauki i tekhniki*, 9, 7. (In Russian)
12. Dyakov B.B., Savelyeva D.N. (2018) Khronologiya veka Fiztekha v dokumentakh iz Arkhiva FTI imeni A.F. Ioffe. Nachalo [Chronology of the Phystech century in documents from the Archive of the Physicotechnical Institute named after A.F. Ioffe. Home]. *Priroda*, 9, 84. (In Russian)
13. Junkai C., Wenpei T., Sinyugin M.V. (2022) Utverzhdeniye sovetskogo marksizma v mirovoy nauchnoy srede: opyt raboty sovetskoy delegatsii na Vtorom Mezhdunarodnom kongresse po istorii nauki i tekhniki [The establishment of Soviet Marxism in the world scientific community: the experience of the Soviet delegation at the Second International Congress on the History of Science and Technology]. *Sotsiologiya nauki i tekhniki*, 13, 4, 83. (In Russian)

14. Komissiya po istorii znaniy. Sbornik dokumentov (2003) [Commission on the History of Knowledge. Collection of documents]. St. Petersburg: Nauka. (In Russian)
15. Iz protokola zasedaniya OMEN AN SSSR o neobkhodimosti izucheniya solnechnoy energii (1929) [From the minutes of the meeting of the USSR Academy of Sciences OME on the need to study solar energy]. *AAN USSR*, 1, 1-1929, 67 (In Russian)
16. Protokol zasedaniya gruppy GFTI po rassmotreniyu plana geliobrigady [Minutes of the meeting of the SFTI group to review the solar brigade plan]. *AFTI AN USSR*, 3, 1, 4, 47 (In Russian)
17. Vystupleniye A.F. Ioffe na ob"yedinennom zasedanii Gruppy matematiki, astronomii, fiziki i tekhniki AN SSSR ob ispol'zovanii razlichnykh istochnikov energii 29 noyabrya 1931 g. (1931) [Speech by A.F. Ioffe at the joint meeting of the Group of Mathematics, Astronomy, Physics and Technology of the USSR Academy of Sciences on the use of various energy sources on November 29, 1931]. *USSR Academy of Sciences*, 1, 1-1931, 124. (In Russian)
18. Doklad professora B.P. Veynberga "Istoriya geliotekhniki" 14 yanvarya 1933 g. (1933) [Report of Professor B.P. Weinberg "History of solar technology" January 14, 1933]. *ARAN*, 154, 4, 1. (In Russian)
19. Butuzov V.A. (2020) Rossiyskaya solnechnaya elektroenergetika [Russian solar power industry]. *Okruzhayushchaya sreda i energovedeniye*, 2, 10. (In Russian)
20. Protokol zasedaniya nauchno-planovogo soveta fiziko-mekhanicheskogo sektora GFTI po voprosu o sodeystvii fiziki sel'skomu khozyaystvu [Minutes of the meeting of the scientific planning council of the physical and mechanical sector of the State Institute of Physics and Technology on the issue of promoting physics in agriculture]. *AFTI AS USSR*, 3, 1, 1, 1 (In Russian)
21. Sonin A.S., Frenkel V.Ya. (1994) "Zachem vy podalis' v nauku, Frederiks?" ["Why did you go into science, Fredericks?"]. *Priroda*, 10, 86. (In Russian)
22. Chudnovsky A.F. (1963) Chto takoye agrofizika [What is agrophysics]. M.-L.: Izd-vo Fizmatlit. (In Russian)
23. Advances in agrophysical research. Edited by S. Grundas, 2013, 410 p.
24. Nikolay Ivanovich Vavilov: Ocherki, vospominaniya, materialy (1987) [Nikolai Ivanovich Vavilov: Essays, memoirs, materials]. M.: Nauka. (In Russian)
25. F.E. Kolyaseva (1937) Vodnyye svoystva pochvy. Sbornik perevodnykh rabot [Water properties of soil. Collection of translated works]. L.: Gos. izd-vo kolkhoznoy i sovkhoznoy lit. (In Russian)
26. Ioffe A.F. (1957) Sovetskaya agrofizika [Soviet agrophysics]. M.: Izd-vo ministerstva sel'skogo khozyaystva SSSR. (In Russian)
27. Ioffe A.F., Kolyasev F.E. (November 16, 1934) Sel'skoye khozyaystvo i fizika [Agriculture and physics]. *Izvestia*. (In Russian)
28. TSGANTD SPb. Fond R-328. Agrofizicheskiy nauchno-issledovatel'skiy institut Vsesoyuznoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk imeni V.I. Lenina (AFI VASKHNIL) Ministerstva sel'skogo khozyaystva SSSR. Leningrad. 1935–1977 [TsGANTD SPb. Fund R-328. Agrophysical Research Institute of the All-Union Academy of Agricultural Sciences named after V.I. Lenin (AFI VASKHNIL) Ministry of Agriculture of the USSR. Leningrad. 1935–1977]. (In Russian)
29. Kolyasev F.E. (1935) Metod iskusstvennogo obrazovaniya struktury pochvy. Pod red. A.F. Ioffe. [Method of artificial formation of soil structure. Ed. A.F. Ioffe]. M., L.: Izd-vo Akad.s.-kh. nauk. (In Russian)
30. Revut I. B. (1962) Fizika i progress v zemledelii [Physics and progress in agriculture]. M.: Nauka i chelovechestvo. (In Russian)
31. Ioffe A.F. (December 7, 1932) Fizika na sluzhbe agronomii [Physics in the service of agronomy]. *Krasnaya gazeta*. (In Russian)
32. Chudnovsky A.F., Shlimovich B.M. (1961) Poluprovodnikovyye pribory v sel'skom khozyaystve [Semiconductor devices in agriculture]. L., M.: Selkhozizdat. (In Russian)
33. Ioffe A.F. (1955) Fizika i selskoye khozyaystvo [Physics and Agriculture]. M. – L.: Izd-vo akademii nauk SSSR. (In Russian)
34. Ioffe A.F., Revut I.B. (1959) Fizika na sluzhbe selskogo khozyaystva [Physics in the service of agriculture]. M.: Znaniye.
35. Ioffe A.F. (1936) Otchet o rabote Fiziko-tekhnicheskogo instituta [Report on the work of the Physico-Technical Institute]. *UFN*, XVI, 7, 847. (In Russian)