

УДК 631.3



EDN: QZBDQS

DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-4-96-102

История современной агрономической физики: вклад и значение работ А.Ф. Иоффе

Александра Федоровна Смык,
доктор физико-математических наук,
заведующий кафедрой,
e-mail: afsmyk@mail.ru;

Елена Анатольевна Гусева,
кандидат физико-математических наук, доцент,
e-mail: forsh@list.ru;
Екатерина Александровна Форш,
кандидат физико-математических наук, доцент,
e-mail: forsh_kate@list.ru

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Российская Федерация

Реферат. Отметим, что начало исследований в области агрофизики в нашей стране относится к 1930-м годам и связано с именем ученого-физика, получившего мировое признание, Абрама Федоровича Иоффе. По его инициативе в 1932 году был создан первый в мире Агрофизический научно-исследовательский институт. А.Ф. Иоффе руководил институтом с 1932 по 1942 и с 1954 по 1959 год. Эти периоды представляют особый интерес с точки зрения постановки и реализации задач института. (*Цель исследования*) Проанализировать роль А.Ф. Иоффе в развитии агрофизической науки на посту директора Агрофизического института в 1954-1959 годах. (*Материалы и методы*) Изучили архивные материалы, отчеты о научно-исследовательской деятельности Агрофизического научно-исследовательского института, публикации, проанализировали деятельность А.Ф. Иоффе с 1932 по 1959 год. Рассмотрели роль физики в разработке и совершенствовании методов отечественного сельскохозяйственного производства. Представлены результаты теоретических и прикладных исследований, выполненных под руководством А.Ф.Иоффе, по созданию измерительных приборов для применения в системе управления промышленным агропроизводством. (*Результаты и обсуждение*) Выявили, что в периоды руководства А.Ф. Иоффе впервые в мире была разработана методология «электронного агронома». Показано внедрение передовых достижений физики в сельское хозяйство, в частности, полупроводниковых приборов контроля физико-химических параметров почвы и внешних факторов, влияющих на жизнедеятельность сельскохозяйственных культур. (*Выводы*) Отмечена роль ученого и организатора А.Ф. Иоффе на этапе возникновения и становления отечественной агрономической физики. Отражены основные направления агрофизических работ и результаты, достигнутые под непосредственным руководством А.Ф. Иоффе. Показана роль в формировании основных направлений исследований в области агрономической физики, которые в современных условиях остаются актуальными.

Ключевые слова: агрономическая физика, Абрам Федорович Иоффе, сельскохозяйственная продукция, производство, методы контроля, управление.

■ **Для цитирования:** Смык А.Ф., Гусева Е.А., Форш Е.А. История современной агрономической физики: вклад и значение работ А.Ф. Иоффе // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. №4. С. 96-102. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-4-96-102. EDN: QZBDQS.

History of Modern Agronomy Physics: Contribution and Significance of A.F. Ioffe Works

Alexandra F. Smyk,
Dr.Sc.(Phys.-Math.),
head of department,
e-mail: afsmyk@mail.ru;

Elena A. Guseva,
Ph.D.(Phys.-Math.), associate professor,
e-mail: forsh@list.ru;
Ekaterina A. Forsh,
Ph.D.(Phys.-Math.), associate professor,
e-mail: forsh_kate@list.ru

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper highlights that research in the field of agricultural physics in this country began in the 1930s and is closely linked to the renowned physicist Abram Fedorovich Ioffe. Under his leadership, the world's first Agrophysical Research Institute

was established in 1932. A.F. Ioffe directed this institute from 1932 to 1942 and from 1954 to 1959. These periods are particularly noteworthy in terms of the scientist's contributions to formulating and executing the institute's objectives. (*Research purpose*) The paper aims to examine A.F. Ioffe's role in the development of agrophysical science during his tenure as the director of the Agrophysical Institute from 1954 to 1959. (*Materials and methods*) The research is grounded in the analysis of archival materials, reports detailing research activities of the Agrophysical Research Institute, publications, and A.F. Ioffe's engagements from 1932 to 1959. The study explores the role of physics in shaping and refining methods within domestic agricultural production. The paper presents the outcomes of theoretical and applied research conducted under the guidance of A.F. Ioffe, particularly focusing on the development of measuring instruments for integration into control systems within industrial agricultural production. (*Results and discussion*) It was revealed that during A.F. Ioffe's leadership periods, the methodology of an «electronic agronomist» was developed, marking a global pioneering achievement. The paper shows the integration of advanced physics achievements into agriculture, and highlights the use of semiconductor devices to monitor the physical and chemical parameters of the soil, as well as external factors affecting crop life. (*Conclusions*) The paper underscores the pivotal role played by the scientist and organizer A.F. Ioffe during the emergence and development of domestic agronomic physics. It points out the primary directions of agrophysical work and the results achieved directly under the leadership of A.F. Ioffe. The paper also sheds light on their contribution to developing the main research directions in the field of agronomic physics, which continue to be pertinent in modern conditions.

Keywords: agronomic physics, Abram Fedorovich Ioffe, agricultural products, production, control methods, management.

■ **For citation:** Smyk A.F., Guseva E.A., Forsh E.A. Istoriya sovremennoy agronomicheskoy fiziki: vklad i znachenie rabot A.F. Ioffe [History of modern agronomic physics: contribution and significance of A.F. Ioffe works]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2023. Vol. 17. N4. 96-102 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-4-96-102. EDN: QZBDQS.

В XXI веке никого не удивляет использование электронных приборов и устройств в различных областях деятельности человека, в том числе высокотехнологичном сельском хозяйстве. Автоматический контроль за выращиванием растений, умные машины в земледелии, роботы, особыми сканерами фиксирующие состояние выращиваемых культур и степень зрелости урожая. Многие достижения в современном агропромышленном производстве связаны с развитием микроэлектроники, систем мониторинга влажности почвы, освещенности и других факторов окружающей среды, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур. Генезис этих работ в нашей стране связан с именем Абрама Федоровича Иоффе (1880-1960), который сыграл исключительную роль организатора отечественных исследований в области физики и создании ряда научных институтов.

Под руководством А.Ф. Иоффе сформировалась получившая мировое признание уникальная школа советских физиков. Впоследствии многие из них стали основателями своих научных направлений, возглавили академические и исследовательские институты, являясь прямо или косвенно учениками Абрама Федоровича. Под руководством А.Ф. Иоффе начинали научную деятельность будущие выдающиеся советские ученые А.П. Александров, Л.А. Арцимович, Я.Г. Дорфман, П.Л. Капица, И.К. Кикоин, П.П. Кобеко, И.В. Курчатов, П.И. Лукирский, Н.Н. Семёнов, Я.И. Френкель и многие другие.

Наибольший научный вклад А.Ф. Иоффе внес в развитие физики и техники полупроводников [1, 2]. Тем не менее, этот ученый также стал основополож-

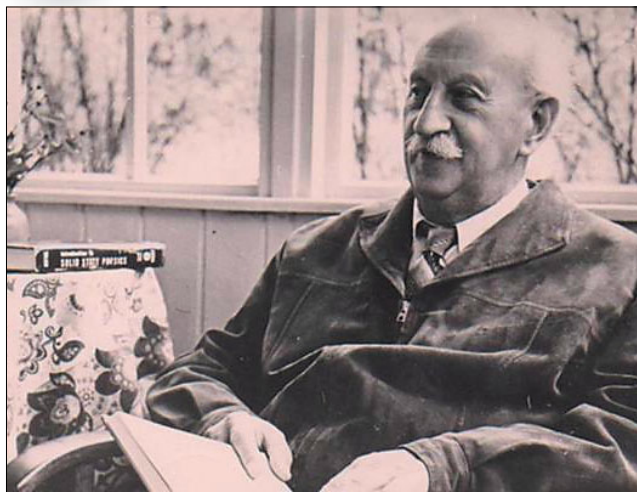
ником физической науки в агрономии, инициатором и организатором Ленинградского агрофизического института. Считается, что благодаря А.Ф. Иоффе в СССР стали применять методы и приемы физики в практике сельского хозяйства в 1920-1930-е годы [3]. Мировое признание получили две фундаментальные работы: «Физика и сельское хозяйство» (1955 г.) и «Физика для сельского хозяйства» (1959 г.). Однако в отечественной историографии уделено недостаточно внимания заслугам академика в развитии современной агрофизики и зарождении отечественных научных школ.

Цель исследования – проанализировать деятельность А.Ф. Иоффе на этапе организации и становления Агрофизического научно-исследовательского института, а также заключительного пятилетнего периода его руководства институтом с 1954 по 1959 г.

Материалы и методы. Проведен историко-научный анализ литературных источников, оригинальных работ отечественных и зарубежных авторов, архивных материалов, отчетов о деятельности Агрофизического института, монографий, научных статей.

Абрам Федорович Иоффе родился в 1880 г. в городе Ромны Полтавской губернии. По окончании Санкт-Петербургского технологического института в 1902 г. он начал свою научную деятельность в лаборатории знаменитого немецкого физика, лауреата Нобелевской премии Вильгельма Конрада Рёнтгена. Вернувшись в 1908 г. в Россию, Иоффе стал работать в Петербургском политехническом институте сначала лаборантом, а с 1913 г. – профессором физики.

Абрам Федорович писал в своей автобиографии: «В октябре 1918г. по предложению А.В. Луначарско-



Абрам Федорович Иоффе (1880-1960)
Abram Fedorovich Ioffe (1880-1960)

го основал физико-технический отдел Рентгеновского института. В декабре созвал совещание в Москве, а в январе 1919 г. – съезд физиков в Петрограде, задачей которого было поставить всю русскую физику на службу социалистическому строительству. Осенью 1919 г. организовал физико-математический факультет при Политехническом институте для подготовки таких физиков, которые могли бы решать задачи промышленности. В мае 1920 г. был избран действительным членом Российской академии наук. Дважды, в 1927-1929 и 1942-1945 гг., был ее вице-президентом. С 1929 г. выделил из Физико-технического института такие же институты для Томска, Харькова, Днепропетровска и Свердловска. В 1940 и 1945 г. дважды был награжден орденом Ленина и пятью медалями, а в 1955 г. удостоен звания Героя Социалистического Труда и награжден орденом Ленина. В 1956 г. избран почетным членом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина» (Академик А.Ф. Иоффе. Автобиография. Архив АН СССР. 1960).

Абраму Федоровичу принадлежал популярный в 1930-х годах лозунг: «Физика – это техника будущего». А.Ф. Иоффе с 1918 по 1950 г. возглавлял Физико-технический институт АН СССР. При непосредственном участии и руководстве А.Ф. Иоффе было создано 16 научных институтов, он являлся редактором нескольких журналов по физике [4].

История агрофизических исследований начинается с создания института нового типа для решения задачи применения физических явлений и законов для совершенствования методов сельскохозяйственного производства. Эту идею А.Ф. Иоффе высказал в 1931 г., а в 1932 г. был назначен директором образованного Агрофизического института (АФИ). В почти 30-летней истории АФИ можно выделить два периода, когда его возглавлял А.Ф. Иоффе: первое десятилетие после создания (1932-1942 гг.) и последние пять лет на посту руководителя (1954-1959 гг.).

Создание Агрофизического научно-исследовательского института (1932-1936 гг.)

В конце 1920-х и начале 1930-х годов в Советском Союзе проводилась широкая индустриализация. Преобразования осуществлялись по трем главным направлениям: создание новых предприятий на основе последних достижений науки и техники; коренная модернизация действующих предприятий с их переоснащением новейшим оборудованием и внедрением более совершенной системы организации труда; проведение ряда практических мероприятий в целях максимального использования наличного оборудования и переустройства производства (Постановление ЦК ВКП(б) от 24 марта 1927 г. «Вопросы рационализации производства»).

В 1930-1931 гг. А.Ф. Иоффе активно занялся организацией агрофизических исследований в стенах возглавляемого им в то время Физико-технического института АН СССР. Это было в духе времени больших изменений, когда в системе Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (ВАСХНИЛ) образовывались новые научно-исследовательские учреждения. Идею А.Ф. Иоффе организовать институт нового направления – физико-агрономического поддержал президент ВАСХНИЛ академик Н.И. Вавилов. Решением Коллегии Наркомата земледелия СССР от 5 января 1932 г. и согласно протоколу заседания Президиума ВАСХНИЛ от 7 января 1932 г. такой институт был создан в Ленинграде, а 16 июля 1934 г. Постановлением СНК СССР переименован в Агрофизический научно-исследовательский институт (АФИ).

По научной специализации АФИ был первым и единственным в мире. Термин «агрофизика» предложил А.Ф. Иоффе для описания взаимосвязей в почве, особенно переноса массы и энергии в системе «почва-растение-атмосфера». А.Ф. Иоффе писал: «Существует разительный контраст между участием физики в прогрессе промышленного производства и в сельском хозяйстве. Все внимание физиков отдано промышленности. Агрономы не знают физики – она практически отсутствует в системе агротехнического образования, а физики не интересуются агротехникой... Физическая теория агротехники еще только зарождается» [5].

Задача агрофизики, полагал А.Ф. Иоффе, – это активное воздействие на физические факторы, определяющие развитие растений. Проблема разделялась на две части: воздействие на среду, в которой произрастает растение, т.е. почву и атмосферу, и на само растение, управление его жизнедеятельностью с целью выработки агрономических управляющих решений (Иоффе А.Ф. Физика на службе агрономии // Красная газета. 1932 г., 7 декабря).

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».

В области оказания активного воздействия на почву, как среду жизнедеятельности растений, руководитель АФИ определил три задачи: создание искусственной структуры почв, регулирование их теплового режима и воздействие на водный баланс пахотного слоя (Иоффе А.Ф., Колясев Ф.Е. Сельское хозяйство и физика // Известия. 1934 г., 16 ноября). Важной стороной таких исследований являлось составление математической модели, позволяющей точно прогнозировать ночные температуры и утренние заморозки. Создание полупроводниковых приборов давало возможность автоматически включать орошение. По мысли Иоффе, используя показания измерительных приборов в разных точках поля, ученые в состоянии проследить взаимосвязь света, тепла, влажности и реакции растений на внешние условия.

Исследования в первые годы работы АФИ выполняли известные ученые, ученики и соратники Абрама Федоровича. Так, Федор Ефремович Колясев, доктор сельскохозяйственных наук, обосновал теорию дифференциальной влажности почв и приемы обработки почвы. 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 стимуляции растений искусственными источниками света. Абрам Филиппович Чудновский изучал вопросы теплофизики почв, стал автором базовых идей в учении о тепло- и массообмене в системе «почва-растение-приземный воздух». Исаак Борисович Ревут, доктор сельскохозяйственных наук, разрабатывал основы рациональных систем обработки почв. Следует отметить, что с 1929 по 1933 г. в Физико-техническом институте проводились биофизические исследования. В них принимал участие молодой аспирант Глеб Михайлович Франк. Он развивал идею П.П. Лазарева и А.Ф. Иоффе о создании другой новой науки – биофизики, в 1935 г. получил степень доктора биологических наук по этой специальности, звание академика и стал одним из основоположников применения физических методов в сельскохозяйственных исследованиях.

Через четыре года после основания Агрофизического научно-исследовательского института уже были получены практические результаты: создание искусственных почвенных структур, битумной эмульсии для закрепления песков, прозрачной полимерной пленки для защищенного грунта, разработка метода стимуляции искусственным светом семян и рассады

[6]. Появились новые методики в агрономии и биологии: определения влажности почвы, измерения лучеиспускания; созданы новые измерительные приборы – радиационный термометр, ультрафиолетовые фотометры, нефелометр, генератор ионов, пиранометр, специальные источники света и фильтры для растений [7]. Исследовательская деятельность коллектива АФИ, основанная на достижениях физики, химии, математики и биологии, была нацелена на решение актуальных для сельского хозяйства проблем.

Агрофизический научно-исследовательский институт (1954-1959 гг.)

Через 25 лет после основания Агрофизического института Абрам Федорович Иоффе напишет: «Слабо оборудованный институт с небольшим числом сотрудников, сочетающих агротехнические и физические знания, не мог развернуть проблему агрофизики во всем ее объеме. Тем не менее, мне не раз придется сослаться на опыт Агрофизического института для иллюстрации того, что физика может сделать для сельского хозяйства» [5].

За пятилетний период с 1954 по 1959 г. под руководством Абрама Федоровича были сформулированы и поэтапно выполнялись важнейшие комплексные задачи создания и совершенствования научной базы сельского хозяйства с целью повышения эффективности аграрной отрасли:

- приспособление светового, теплового и водного режимов к потребностям выращиваемой культуры, почве и климату района;
- изучение процессов, связанных с сельскохозяйственными работами;
- изучение процессов в почве и растениях с помощью методов и приемов физики в целях перевода исследований агроэкологических систем на уровень количественных обобщений;
- круглогодичное выращивание овощей в закрытом грунте, при искусственном освещении;
- создание физических приборов для измерения важнейших показателей производства сельскохозяйственной продукции;
- автоматический контроль условий хранения и транспортировки агропродукции.

Для практического внедрения инноваций, в том числе повседневной работы с измерительными приборами, требовалось внести изменения в систему подготовки новых квалифицированных специалистов. В программу образования было включено изучение основ физики. Издавались учебники по физике для сельскохозяйственных вузов, была организована подготовка кадров ученых-агрофизиков. На кафедрах физики аграрных вузов тематика исследовательской работы была ориентирована на решение проблем сельского хозяйства.

Формировались все новые направления: физика почвы, биофизика растений, методы воздействия на

микроклимат, связь испарения влаги и потребности растений в воде с тепловым балансом солнечной энергии, определение нормы полива в засушливых условиях. Новыми приложениями физических процессов стало использование радиоактивного излучения, изотопов, ядерной энергии, полупроводников для изучения и измерения процессов в почве, предохранение продуктов от порчи, снабжение хозяйств электроэнергией, радиофикация села. Большое значение придавалось использованию электронно-счетных машин для учета и обработки измерений. А.Ф. Иоффе писал: «Важнейшая задача агрофизики – перевести правила агрономической науки на язык математических формул, превратить их в законы природы и научиться учитывать всю их совокупность» [5].

Академик А.Ф. Иоффе активно изучал возможности внедрения физических методов и технических средств для агрономических исследований и контроля [8, 9]. Развивалось направление по созданию различных измерительных приборов на базе нового класса твердых веществ – полупроводников. С 1930-х годов собственная научная работа А.Ф. Иоффе была сосредоточена на физике полупроводников [10]. Полупроводники стали использовать в различных электронных устройствах в 1940-е годы.

Требовалось не только обосновать принцип, создать, но организовать производство, обеспечить снабжение зональных и опытных станций рациональными надежными измерительными приборами.

*Приборы, разработанные
Агрофизическим научно-исследовательским
институтом в 1932-1959 гг.*

**Контроль влажности почвы
(предложен проф. Ф.Е. Колясевым)**

Принцип измерения основан на косвенном методе определения влажности по уплотняемости почвы. По калибровочному графику зависимости уплотняемости почвы от влажности стало возможным без высушивания и взвешивания получить представление о влажности почвы с точностью 1-2%. Было выпущено 600 таких приборов, которые прошли успешные испытания в научных и опытных учреждениях.



**Электрометрическое измерение температуры
на глубине и поверхности почвы и температуры воздуха**

Прибор на основе полупроводников позволил измерять температуру почвы в диапазоне от низких отрицательных до любых положительных значений на расстоянии за сотни метров от центральной измерительной станции. Для измерения температуры поверхности почвы разработан «термопаук», дающий возможность определять усредненную температуру на площади порядка 1 м².



**Измерение влажности воздуха
(электронсихрометр)**

Определяет влажность воздуха по разности сопротивлений влажного и сухого термистора при обеспечении постоянных условий испарения с помощью электровентилятора. Прибор предназначен для определения влажности в слоях воздуха малой толщины, например, в точке роста растений (существовавшие до этого времени приборы измеряли влажность только в больших объемах воздуха). Наблюдатель может находиться на значительном расстоянии от регистрирующего агрегата.



**Полупроводниковый электротермометр
(разработчики Б.М. Шлимович, Ф.М. Гречко)**

Прибор состоит из рукоятки, полого металлического цилиндра со шкалой глубины погружения в почву. Цилиндр заканчивается колпачком, в который вмонтировано термосопротивление. Термометр соединен проводом с измерительным устройством. Цилиндр погружают в почву на нужную глубину. На измерение затрачивается 2-4 минуты, и за полтора часа можно получить сведения о температуре в 40-50 точках поля и сделать вывод о своевременности начала сева.



**Многоточечный полупроводниковый термосигнализатор
(разработчик Б.М. Шлимович)**

Для измерения температуры, сигнализации ее отклонений от кондиционных условий, поддержания температуры в требуемых пределах созданы одно- и многоточечные (в частности, 25-точечный) электротермосигнализаторы и автоматические регуляторы. Датчиками служат полупроводниковые сопротивления. Показания могут передаваться дистанционно на большие расстояния от места измерения.



**Полупроводниковый электротермометр
для контроля условий хранения зерна**

Термосопротивление из полупроводникового материала в латунном защитном чехле расположено на конце трехметровой разборной трубки. Прибор позволяет проводить точные и надежные измерения, а также непрерывную запись температуры зерна, отслеживая ее возможное повышение и предотвращая процессы порчи.

Контроль условий процесса сушки зерна

Дистанционное измерение температуры в разных частях зерносушильной установки осуществляется с помощью многоточечных полупроводниковых термометров с возможностью сигнализации и терморегуляции процесса.

Штанговые термометры

Это стационарные приборы, расположенные в любой точке поля. Измерители вдоль штанги установлены в почве по одной вертикали до глубины 1-2 м. Диапазон измерения температуры от -20 до $+40$ °C с точностью 0,2 °C. Провода от полупроводниковых термосопротивлений, смонтированных вдоль штанги, подведены к месту проведения измерений. Это может быть любое помещение за сотни или даже тысячи метров от места установки самих штанг. Измерительный агрегат состоит из неравновесного моста и распределительного устройства с переключателем на 10 позиций.

Микроэлектротермометр для измерения температуры поверхностей (конструкция В.Г. Карманова)

Термометр в виде шарика из полупроводникового материала диаметром 0,5 мм, расположенного на конце стеклянного капилляра. Внутри капилляра размещены провода. Измерительный агрегат построен по схеме неравновесного моста. Для определения температуры достаточно прикоснуться шариком датчика к любой поверхности. Измерение занимает несколько секунд, показания легко записать с помощью самопишущего гальванометра или электронного потенциометра. Таким образом, стал возможен непрерывный длительный (в течение месяцев) контроль температуры поверхности листьев растений, кожи животных и т.д.

Это только небольшая часть измерительных приборов и методов, разработанных коллективом Агрофизического научно-исследовательского института с момента основания до 1959 г., когда его директором и научным руководителем оставался Абрам Федорович Иоффе. Был создан целый арсенал приборов учета и контроля качества сельскохозяйственных работ, управления процессами развития растений и организации агротехнических процессов. Эта дала мощный импульс развитию приборостроения, систем сбора и хранения информации, применению полупроводников, изотопных и радиационных методов в приборостроении, компьютеризированной выработки управляющих решений.

Агрофизическим институтом активно внедрялись методы точного, быстрого, дистанционного измерения физических, химических, биологических параметров, влияющих на конечный результат. Непрерывная регистрация и передача результатов на электронно-счетное оборудование позволили резко сократить штаты обслуживающего персонала, что дало боль-

шой экономический эффект. Основы современной методологии ведения сельского хозяйства была разработана впервые в мире еще в первой половине XX века под руководством академика А.Ф. Иоффе.

Выводы. Агрономическая физика как самостоятельная наука начала формироваться в конце XVIII века. Агрономические исследования до того периода ограничивались полевыми наблюдениями без постановки физического эксперимента и математического анализа. По инициативе А.Ф. Иоффе впервые в нашей стране развернулись широкие исследования по применению знаний современной физики в сельском хозяйстве. В последующие годы вырабатывалась специфическая для агрофизики методология научных исследований.

А.Ф. Иоффе первым в мире выдвинул методологию «электронного агронома». Суть ее заключалась в том, чтобы рассматривать сообщество растений на поле или в теплице, среду их обитания и целенаправленную деятельность человека как единую агроэкологическую систему. Такую систему можно описать на языке математики и обосновать выбор оптимальных агротехнических решений, анализируя количественные оценки поведения системы в различных условиях. В этом случае появляется возможность прогнозировать размер урожая в конкретных почвенно-климатических условиях на заданном участке земли, оценить необходимые ресурсы, подобрать способы эффективного управления формированием урожая, предсказать изменения в почве в результате применения той или иной технологии. Так было положено начало перехода от экспериментально-описательной сельскохозяйственной науки к выявлению количественных закономерностей и теоретических обобщений, созданы предпосылки для практической реализации качественно новой методологии управления агротехнологиями [11].

Академик А.Ф. Иоффе не только предложил новую концепцию промышленного производства сельскохозяйственной продукции, сформулировал важнейшие задачи, фундаментальные основы новой междисциплинарной науки на стыке физики и агрономии, но непосредственно сам, возглавив первый в мире институт, на протяжении десятилетий занимался воплощением и развитием новой науки. За не очень большой период с момента основания Агрофизического научно-исследовательского института были достигнуты прорыв в теоретической и практической разработке методов, средств, технологий, управленческих подходов в производстве сельскохозяйственной продукции и существенные экономические результаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арцимович Л.А. Воспоминания об А.Ф. Иоффе. Физики о себе. Л.: Наука, 1990.
2. Кикоин И.К., Соминский М.С. Абрам Федорович Иоффе (к восьмидесятилетию со дня рождения). УФН. 1960. Т. LXXII. Вып. 2. С. 307-321.
3. Grundas S., Stepniewski A. Advances in agrophysical research. Edited by S. Grundas. InTech. 2013. 410 (In English). DOI: 10.5772/3341.

4. Научно-организационная деятельность академика А.Ф. Иоффе: сборник документов. Арх. АН СССР. Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе. М.: Наука, 1980.
5. Иоффе А.Ф. Советская агрофизика. В кн. Материалы юбилейной сессии ВАСХНИЛ, посвященной 40-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции. М.: 1958. С. 207-211.
6. Федоров Д.А., Макаревский Н.И., Кислов В.П., Доброхотова С.И. Применение пленки для замены стекла в парниковом хозяйстве. Сборник статей. Под ред. акад. А.Ф. Иоффе. М.: Изд-во Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, 1936.
7. Иоффе А.Ф. Отчет о работе Физико-технического института. УФН. 1936. Т. XVI. Вып. 7. С. 847-871.
8. Иоффе А.Ф. Физика и сельское хозяйство. М.: Изд-во АН СССР, 1955.
9. Иоффе А.Ф., Ревут И.Б. Физика на службе сельского хозяйства. М.: Изд-во «Знание». 1959.
10. Иоффе А.Ф. Электронные полупроводники. М.: Л.: Гос. техн.-теорет. изд-во. 1933.
11. Усков И.Б., Якушев В.П., Чесноков Ю.В. Агрофизический институт: междисциплинарные и многопрофильные исследования для практики земледелия и растениеводства (1932-2022). // *Сельскохозяйственная биология*. 2022. Т. 57. N3. С. 403-424. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.3.403rus.

REFERENCES

1. Artsimovich L.A. Vospominaniya ob A.F. Ioffe [Memories of A.F. Ioffe]. Fiziki o sebe. Leningrad: Nauka. 1990 (In Russian).
2. Kikoin I.K., Sominskiy M.S. Abram Fedorovich Ioffe (k vosmidesyatiletuyu so dnya rozhdeniya) [Abram Fedorovich Ioffe (on his eightieth birthday)]. UFN. 1960. Vol. LXXII. 2. 307-321 (In Russian).
3. Grundas S., Stepniewski A. Advances in agrophysical research. Edited by S. Grundas. InTech. 2013. 410 (In English). DOI: 10.5772/3341.
4. Nauchno-organizatsionnaya deyatel'nost' akademika A.F. Ioffe: sbornik dokumentov [Scientific and organizational activities of Academician A.F. Ioffe: collection of documents]. Arkh. AN SSSR. Fiziko-tekhnicheskii institut im. A.F. Ioffe. Moscow: Nauka. 1980 (In Russian).
5. Ioffe A.F. Sovetskaya agrofizika [Soviet agrophysics]. V kn. Materialy yubileynoy sessii VASKhNIL, posvyashchennoy 40-y godovshchine Velikoy Oktyabr'skoy sotsialisticheskoy revolyutsii. Moscow: 1958. 207-211 (In Russian).
6. Fedorov D.A., Makarevskiy N.I., Kislov V.P., Dobrokhotova S.I. Primenenie plenki dlya zameny stekla v parnikovom khozyaystve. Sbornik statey pod red. akad. A.F. Ioffe [The use of film to replace glass in greenhouse farming: Collection of articles. ed. acad. A.F. Ioffe]. Moscow: Izd-vo Vsesoyuz. akad. s.-kh. Nauk im. V.I. Lenina. 1936 (In Russian).
7. Ioffe A.F. Otchet o rabote Fiziko-tekhnicheskogo instituta [Report on the work of the Physico-Technical Institute]. UFN. 1936. Vol. XVI. 7. 847-871 (In Russian).
8. Ioffe A.F. Fizika i selskoye khozyaystvo [Physics and agriculture]. Moscow: Izd-vo AN SSSR. 1955 (In Russian).
9. Ioffe A.F., Revut I.B. Fizika na sluzhbe sel'skogo khozyaystva [Physics in the service of agriculture]. Moscow: Izd-vo «Znanie». 1959 (In Russian).
10. Ioffe A.F. Elektronnyye poluprovodniki [Electronic semiconductors]. Moscow; Leningrad: Gos. tekhn.-teoret. izd-vo. 1933 (In Russian).
11. Uskov I.B., Yakushev V.P., Chesnokov Yu.V. Agrofizicheskii institut: mezhdistsiplinarye i mnogoprofil'nye issledovaniya dlya praktiki zemledeliya i rasteniyevodstva (1932-2022). [Agrophysical Institute: interdisciplinary and multidisciplinary research for agricultural practice and crop production (1932-2022)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2022. Vol. 57. N3. 403-424 (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2022.3.403rus.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Смык А.Ф. – научное руководство, постановка задачи исследования;
Гусева Е.А. – сбор материалов и его систематизация;
Форш Е.А. – обработка данных.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Smyk A.F. – scientific guidance, formulating the research problem
Guseva E.A. – collection and systematization of the material
Forsh E.A. – data processing.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию
Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on
The paper was accepted for publication on

05.10.2023
20.11.2023