

Список литературы

1. Kao K C, Hockham G A *Proc. IEE* **133** 1151 (1966); republished, *IEE Proc. J. Optoelectron.* **133** (3) 191 (1986)
2. Schultz P C *Opt. Photon. News* **21** (10) 30 (2010)
3. Alfereness R et al. *J. Lightwave Technol.* **26** 990 (2008)
4. Essiambre R-J et al. *J. Lightwave Technol.* **28** 662 (2010)
5. Богатырев В А и др. *Письма в ЖТФ* **14** 769 (1988) [Bogatyrev V A et al. *Sov. Tech. Phys. Lett.* **14** 343 (1988)]
6. Белов А В и др. *Письма в ЖТФ* **1** 689 (1975) [Belov A V et al. *Sov. Tech. Phys. Lett.* **1** 303 (1975)]
7. Дианов Е М, Прохоров А М *УФН* **148** 289 (1986) [Dianov E M, Prokhorov A M *Sov. Phys. Usp.* **29** 166 (1986)]
8. Дианов Е М, Мамышев П В, Прохоров А М *Квантовая электроника* **15** 5 (1988) [Dianov E M, Mamyshev P V, Prokhorov E M *Sov. J. Quantum Electron.* **18** 1 (1988)]
9. Stolen R H *J. Lightwave Technol.* **26** 1021 (2008)
10. Дианов Е М *Квантовая электроника* **7** 453 (1980) [Dianov E M *Sov. J. Quantum Electron.* **10** 259 (1980)]
11. Ito T et al. *Electron. Lett.* **14** 520 (1978)
12. Алферов Ж И и др. *Квантовая электроника* **5** 2486 (1978) [Alferov Zh I et al. *Sov. J. Quantum Electron.* **8** 1403 (1978)]
13. Mears R J et al. *Electron. Lett.* **23** 1026 (1987)
14. Dianov E M et al., in *Proc. of the 20th European Conf. Optical Communications, Firenze, Italy, September 25–29, 1994*, Vol. 1, p. 427
15. Grubb S et al., in *Proc. Topics Meeting Optical Amplifiers and Their Applications, Breckenridge, CO, USA, 1994*, PD3-1, p. 187
16. Gnauck A H et al. *J. Lightwave Technol.* **26** 1032 (2008)
17. Дианов Е М, Кузнецов А А *Квантовая электроника* **10** 245 (1983) [Dianov E M, Kuznetsov A A *Sov. J. Quantum Electron.* **13** 125 (1983)]
18. Roberts P et al. *Opt. Express* **13** 236 (2005)
19. Mangan B J et al., in *Opt. Fiber Communications Conf., 2004*, PDP Dvovyrin V V et al., in *Technical Digest European Conf. on Optical Communication, Glasgow, UK, 2005*, paper Th.3.3.5
20. Дианов Е М и др. *Квантовая электроника* **35** 1083 (2005) [Dianov E M et al. *Quantum Electron.* **35** 1083 (2005)]
21. Bufetov I A, Dianov E M *Laser Phys. Lett.* **6** 487 (2009)
22. Dianov E M *Light Sci. Appl.* **1** e12 (2012)
23. Дианов Е М *Квантовая электроника* **42** 754 (2012) [Dianov E M *Quantum Electron.* **42** 754 (2012)]
24. Melkumov M A et al. *Opt. Lett.* **36** 2408 (2011)
25. Gringeri S, Basch E B, Xia T J *IEEE Commun. Mag.* **50** (2) S21 (2012)
26. Chien H-C et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Th.2.C.4
27. Liu X et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Th.3.C.5
28. Gnauck A H et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Th.2.C.2
29. Imamura K et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Mo.1.F.2
30. Tsuchida Y et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Tu.4.F.2
31. Takahashi H et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Th.3.C.3
32. Salsi M et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Tu.3.A.6
33. Sleiffer V et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Th.3.C.4
34. Takara H et al., in *Technical Digest 38th European Conf. and Exhibition on Optical Communication, 16–20 September 2012, Amsterdam, Netherlands*, paper Th.3.C.1

PACS numbers: **01.65. + g**, **28.70. + y**, 89.20.Dd
DOI: 10.3367/UFNr.0183.201305g.0518

Вклад учёных в Великую Победу на примере ЛФТИ

А.Г. Забродский

1. Введение

Великая Отечественная война — это героические страницы истории СССР и Академии наук СССР, истории Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ), судеб его учёных, инженерно-технических работников и рабочих. Статья включает в себя описание событий, определявших деятельность ЛФТИ в этот период, а также важных для понимания происходившего документов. Центральное место отводится анализу разработок учёных Ленинградского физтеха, их значимости для фронта, для обороны Ленинграда, для Победы.

2. ЛФТИ накануне войны

Созданный 23 сентября 1918 г. ЛФТИ быстро выдвинулся в число ведущих научно-исследовательских центров мира. Главная заслуга в этом принадлежит одному из его основателей — Абраму Фёдоровичу Иоффе, руководившему институтом до 1951 г. (рис. 1).

В состав Академии наук (АН) СССР ЛФТИ, принадлежавший ранее Народному комиссариату тяжёлой промышленности (впоследствии — Министерство среднего машиностроения), был введён в 1939 г.



Рис. 1. Академик А.Ф. Иоффе.

А.Г. Забродский. Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, РФ
E-mail: Andrei.Zabrodskii@mail.ioffe.ru

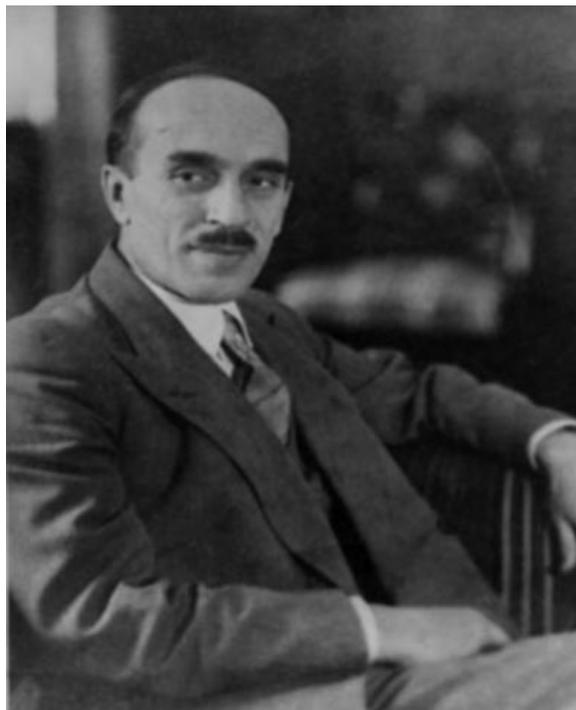


Рис. 2. Академик Н.Н. Семёнов.

К лету 1941 г. ЛФТИ представлял собой большой по тем временам институт: 18 лабораторий и более 300 человек штата, в числе которых было 23 доктора наук, 56 старших и младших научных сотрудников [1].

Из лабораторий и филиалов ЛФТИ группами его учёных в Ленинграде и других городах СССР к этому времени было уже создано 10 институтов физико-технического профиля.

Субботний вечер 21 июня 1941 года... Дом учёных в Лесном, недалеко от ЛФТИ. Коллеги, включая большую группу физтеховцев, чествуют академика Н.Н. Семёнова в связи с присуждением ему Сталинской премии за выдающиеся достижения в области химической физики [2], в том числе за открытие цепных реакций, сделанное им в ЛФТИ. Через 15 лет Н.Н. Семёнов (рис. 2) получит за это открытие Нобелевскую премию по химии.

Был и ещё один повод для празднования. Страна узнала о нём на следующий день. Газета "Правда" в номере от 22 июня 1941 г. сообщила о большом успехе учёных ЛФТИ, завершивших строительство крупнейшего в Европе циклотрона (рис. 3). Часть оборудования уже была изготовлена, а часть — закуплена и завезена в ЛФТИ.

Начавшаяся война круто изменила планы учёных...

3. ЛФТИ и перестройка науки в первые недели войны

В штате ЛФТИ к началу войны было 197 военнообязанных, 43 человека имели бронь.

До конца июля ушли в регулярную армию и в ополчение добровольцами и по призыву 42 человека. Через месяц их число достигло 130 [3]. Ленинградское народное ополчение в первые недели войны оказалось малобоеспособным по причине катастрофической нехватки оружия и плохой подготовки. Впоследствии его расформировали с переводом ополченцев в регулярную армию.



Рис. 3. Фрагменты статьи из газеты "Правда" от 22 июня 1941 г. о завершении строительства циклотрона ЛФТИ.

23 июня 1941 г. состоялось заседание Президиума АН СССР по перестройке деятельности Академии наук в соответствии с требованиями военного времени. Председательствовал вице-президент АН СССР О.Ю. Шмидт. Суть принятых решений состояла в следующем.

1. Перестроить тематику на "укрепление военной мощи".
2. Обеспечить силами и средствами научно-исследовательские работы (НИР) по оборонной тематике.
3. Особое внимание уделить заканчивающимся НИР.
4. Уполномочить бюро Президиума АН осуществлять оперативное руководство работой учреждений Академии наук.
5. Соблюдать строжайшую дисциплину военного времени.

Представление об интенсификации труда учёных даёт приказ № 85 директора ЛФТИ А.Ф. Иоффе от 7 июля 1941 г. об установлении в институте одиннадцатичасового рабочего дня [1].

Ленинград становился прифронтовым городом. Коренным образом перестраивалась деятельность его науки.

В июле 1941 г. при Ленинградском городском комитете ВКП(б) создаётся комиссия по рассмотрению и реализации оборонных предложений, возглавляемая академиком Н.Н. Семёновым. В комиссию вошли А.Ф. Иоффе, Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон и другие учёные и специалисты города. Только за два первых месяца войны комиссия рассмотрела 847 предложений [3], многие из которых были реализованы. Так, деревянные чердачные конструкции городских домов были обработаны специально разработанным раствором, препятствующим их возгоранию. Это резко снизило эффективность использования неприятелем зажигательных бомб. А.Ф. Иоффе писал: "Никогда и нигде я не видел таких стремительных темпов перехода научных идей в практику, как в Ленинграде в первые месяцы войны" [4].

4. Организация работ казанской группы ФТИ и Ленинградского филиала ФТИ

В конце июля заместителем председателя Совета Народных Комиссаров А.Н. Косыгиным (уполномоченным Государственного Комитета Обороны (ГКО) по Ленинграду) был решён вопрос об эвакуации ЛФТИ как одного из головных институтов Академии наук по работам на оборону.

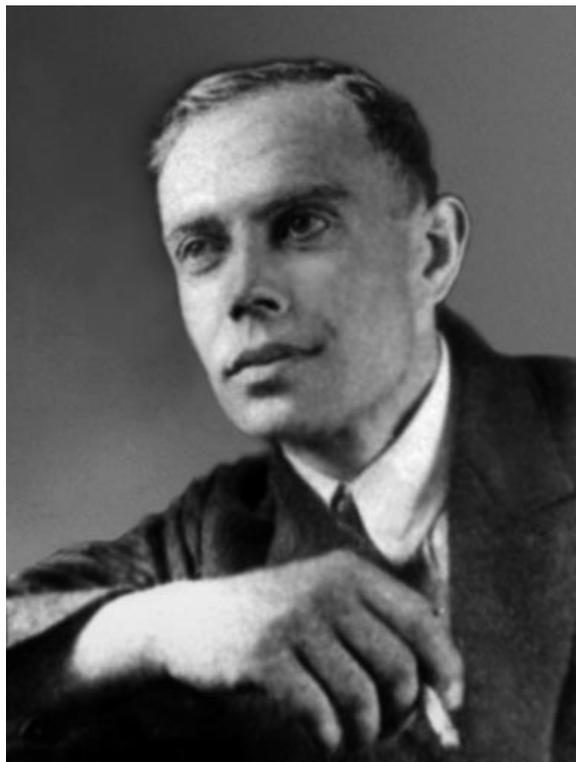


Рис. 4. Блокадный директор П.П. Кобеко.

Двумя эшелонами (2 и 23 августа 1941 г.) 8 из 18 лабораторий (около 70 сотрудников во главе с А.Ф. Иоффе) были эвакуированы в Казань [3]. Вместе с учёными других институтов Академии наук они расположились на территории Казанского университета¹. В октябре обустройство было завершено и полностью развернулись работы в казанской группе ФТИ.

Лаборатории казанской группы ФТИ были реорганизованы в тематические группы. Из приказа № 12 А.Ф. Иоффе от 20 октября 1941 г. по казанской группе ФТИ [1]: "Для срочного выполнения задач тематического плана Института организовать по каждой теме группу, в которую временно включаются сотрудники разных лабораторий..." Было создано 10 групп², заведующими которыми были назначены: Ю.П. Маслаковец, А.А. Харкевич, В.Л. Куприенко, Л.А. Арцимович, Ю.Б. Кобзарев, С.Е. Бреслер, Б.М. Гохберг, С.Н. Журков, Е.М. Шевандин, А.П. Александров.

Не могу не процитировать ещё один документ — Постановление бюро Отделения физико-математических наук АН СССР от 15 августа 1941 г. [5]: "Считать желательной тесную кооперацию научных сотрудников ЛФТИ, ФИАНа, ИФП и РИАНа³ по некоторым темам... Прикрепить некоторых теоретиков ФИАНа к ЛФТИ..." В разделе 4 приведён один из примеров такой кооперации.

В Ленинградском филиале ФТИ осталось работать 103 человека во главе с профессором Павлом Павлови-



Рис. 5. Амбразура дота в главном здании ФТИ.

чем Кобеко (рис. 4). События в Ленинграде между тем развивались весьма драматично. 8 сентября 1941 г. с потерей Шлиссельбурга началась 900-дневная блокада города. На первом этаже главного здания ЛФТИ появились амбразурные доты, на втором разместили воинскую часть, на крыше циклотрона — пункт местной противовоздушной обороны (рис. 5).

В интересах обороны города работа Ленинградского филиала ФТИ была радикальным образом перестроена. Из приказа № 29-а по Ленинградскому филиалу от 27 ноября 1941 г.: "В связи с обстоятельствами и нуждами военного времени работа Ленинградского филиала ФТИ переключается с проведения НИР на выполнение производственных заказов для нужд обороны г. Ленинграда..." [1].

С 1 декабря 1941 г. были, в частности, организованы следующие мастерские⁴:

- 1) по очистке масел и бензина (производство из олифы и красок пищевых масел как важной добавки к скудному блокадному рациону⁵ (рис. 6) и чистого авиабензина из бензиновых отходов);
- 2) селеновых выпрямителей;
- 3) диэлектриков (высокочастотный кабель "Эскапон" был разработан П.П. Кобеко. Внедрён в производство на заводе "Севкабель" в Ленинграде. Использовался для

¹ Память об этом бережно хранится в музее Казанского государственного университета.

² Впоследствии их стали называть лабораториями.

³ ФИАН — Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР, ИФП — Институт физических проблем АН СССР, РИАН — Радиовый институт АН СССР. (Примеч. ред.)

⁴ Работники мастерских ЛФТИ получали паёк по рабочим карточкам.

⁵ Технология очистки, разработанная П.П. Кобеко, спасла от голодной смерти не только физтеховцев, но и многих других ленинградцев.

НОРМА		ВЫДАЧИ	
ХЛЕБА			
на Декабрь			
Рабочие и ИТР	Служащие	Иждивенцы	Дети
250 гр.	125 гр.	125 гр.	125 гр.



Рис. 6. Экспонаты из Музея обороны и блокады Ленинграда.

замены вышедшего из строя английского полистирола в системах автоматического наведения зенитных орудий Ленинградского и других фронтов);

4) особого назначения (размагничивание кораблей Балтийского и Северного флотов);

5) по производству гидрофобной земли (предотвращение размывания земляных укреплений дождями).

5. Работы по размагничиванию военных кораблей

В 1936 г. А.Ф. Иоффе принимал командующего Балтийским флотом адмирала И.С. Исакова. Адмирал сообщил о решении правительства СССР строить для Военно-морского флота большие корабли, вплоть до линкоров. Опасное оружие против них представляют собой магнитные мины. Взрыватель этих мин действует как магнитная стрелка компаса, реагируя на изменение вблизи него магнитного поля Земли, вызванное намагниченным корпусом корабля. Намагничивание корпуса начинается ещё на стапелях верфи при его изготовлении. В ходе плавания за счёт магнитного поля Земли добавляется так называемая индукционная составляющая, которая имеет ярко выраженную вертикальную компоненту — именно на неё и реагирует взрыватель магнитной мины. Такие, являющиеся донными, мины трудно поддаются тралению и поражают наиболее уязвимое место корпуса — его дно. Ставилась задача — найти средство борьбы с этим грозным оружием.

В ЛФТИ за работу взялся А.П. Александров со своей лабораторией. Из Минно-торпедного института в его коллектив влился первоклассный инженер Б.А. Гаев (рис. 7). Опыта по изучению магнитных явлений ни у



Рис. 7. А.П. Александров с сотрудниками его лаборатории в ЛФТИ.

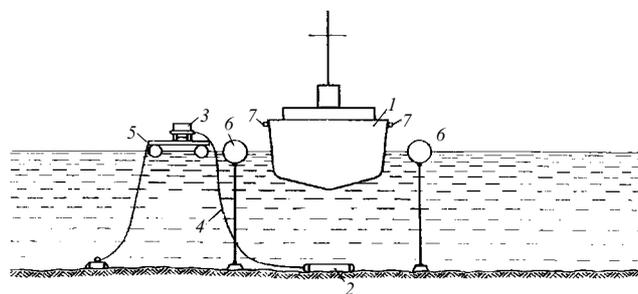


Рис. 8. Схема испытательного стенда для отладки "системы ЛФТИ": 1 — корабль, 2 — разоружённая мина, 3 — система управления миной, 4 — кабель, 5 — плотик, 6 — воротные буй, 7 — кабель размагничивающего устройства.

кого не было. Начинали с "нуля" — с разработки простейших магнитометров на основе лезвия бритвы.

За три года была создана и испытана система размагничивания кораблей — "система ЛФТИ". Она компенсировала магнитное поле корабля (грубо напоминающее поле витка с током) более чем на порядок величины, до значений, не превышающих примерно 10 мЭ. Это было достигнуто с помощью специальным образом уложенных на палубе секций из кабеля с током (рис. 8).

31 декабря 1940 г. Главный военный совет Военно-морского флота (ВМФ) принимает решение об оборудовании всех кораблей ВМФ "системами ЛФТИ" [6]. К началу войны, однако, из линкоров ею был укомплектован лишь "Марат".

В первые дни войны фашисты забросали с самолётов магнитными минами Финский залив и бухты Севастополя с целью запереть наш флот на базах. Боевое крещение "система ЛФТИ" прошла во время перехода эскадры кораблей из Таллина в Кронштадт 28–29 августа 1941 г. Эскадра потеряла 53 корабля, многие — от мин. Однако те корабли, которые буквально накануне перехода в Таллине были оборудованы бригадой физтеховцев "системой ЛФТИ"⁶, дошли без потерь от магнитных мин [6].

⁶ Это были наспех сделанные "временки" на линкоре "Октябрьская революция" и других кораблях, которые в Кронштадте заменили постоянными. На борту "Октябрьской революции" покинули Таллин и физтеховцы.



Рис. 9. А.П. Александров, И.В. Курчатов, Б.А. Гаев, В.М. Тучкевич, В.Р. Регель и П.Г. Степанов.

Для подводных лодок и малых вспомогательных судов "систему ЛФТИ" не применяли по техническим и экономическим соображениям соответственно. Уже в первые месяцы войны для них стали использовать "безобмоточный" метод на основе многократного перемагничивания корпуса магнитным полем сильного тока на специально оборудованных станциях безобмоточного размагничивания. Через несколько месяцев процедуру повторяли. (В Ленинграде, например, такие станции располагались у Гренадёрского моста, где сейчас стоит крейсер "Аврора", а также у Литейного моста и в Кронштадте.)

С началом войны на флотах были созданы службы размагничивания во главе с А.П. Александровым. Без их разрешения ни один военный корабль не мог выйти в море. Моряки шутили: "Прежде чем в поход идти, побывай у эЛэФТИ". Костяк служб размагничивания составили 24 сотрудника ЛФТИ, которые в 1941–1942 гг. трудились на всех флотах и флотилиях, во фронтовых условиях обучая флотских офицеров навыкам размагничивания. В их числе — И.В. Курчатов, В.М. Тучкевич, Л.М. Неменов, Г.Я. Щепкин, Б.С. Джелепов, П.Г. Степанов и др. В расчётах магнитных полей участвовал И.Е. Тамм, прикомандированный к казанской группе ФТИ, в усовершенствовании магнитометра — Г.Н. Флёров.

Следует заметить, что до 1943 г. военно-инженерная мысль рейха пыталась как-то ответить на "систему ЛФТИ" и схожие разработки союзников, главным образом совершенствуя взрыватель. Затем эти попытки прекратили.

С созданием флотских служб размагничивания в 1942–1943 гг. занятые в них физтеховцы переключились на выполнение других оборонных задач. Ни один из кораблей с действовавшей "системой ЛФТИ" не подорвался на магнитной мине. "Публичная демонстрация" эффективности этой системы случилась уже после окончания войны в порту Таллина [6]. В воскресенье команду одной из канонерских лодок отпустили на берег в увольнение, а генератор, питавший "систему ЛФТИ", выключили. Тут же прогремел взрыв: у корабля буквально оторвало корму. Лежащая под кормой на дне немецкая магнитная мина дождалась своего часа. К счастью, никто не погиб.

В 1942 г. за разработку "системы ЛФТИ" были удостоены Сталинской премии I степени шесть сотрудников ЛФТИ: А.П. Александров, И.В. Курчатов, Б.А. Гаев, В.М. Тучкевич, В.Р. Регель и П.Г. Степанов (рис. 9). В 1979 г. в Севастополе был сооружён замечательный своей выразительностью и простотой памятник физтеховцам за размагничивание кораблей Черноморского флота в годы войны (рис. 10).



Рис. 10. Памятник в Севастополе, посвящённый размагничиванию кораблей Черноморского флота в годы войны.

6. Создание импульсной радиолокации

16 января 1934 г. в ЛФТИ под руководством А.Ф. Иоффе состоялось совещание с участием А.А. Чернышёва и С.И. Вавилова по вопросу возможности создания системы радиолокационного обнаружения самолётов⁷. По предложению Управления противовоздушной обороны (УПВО) Рабоче-крестьянской Красной армии (РККА) эти работы были развёрнуты в ЛФТИ под руководством Д.А. Рожанского, а после его смерти в 1936 г. — Ю.Б. Кобзарева [3].

В ЛФТИ была разработана импульсная генераторная лампа ИГ-7 ($\lambda = 4$ м, $P = 50$ кВт), импульсный модулятор, приёмное и индикаторное устройства для первых импульсных радиолокационных станций (РЛС) "Редут" с дальностью обнаружения 150 км. Перед началом войны был создан корабельный вариант "Редут-К", ЛФТИ решил задачи модернизации РЛС "Редут" и разработки первой системы опознавания целей.

⁷ В то время применялась звуковая локация, которая по мере увеличения скорости самолётов начинала терять свою эффективность.



Рис. 11. Н.Я. Чернецов, П.А. Погорелко, Ю.Б. Кобзарев (справа налево) на полигоне.

Импульсные РЛС дальнего обнаружения, о существовании которых неприятель долгое время не догадывался, сыграли огромную роль в годы войны, особенно при защите Москвы и Ленинграда. Они позволяли иметь около получаса для приведения в боевую готовность средств ПВО. В Ленинграде для ускорения передачи данных от операторов РЛС в штаб ПВО впервые использовалось появившееся накануне войны телевидение. Потери большого города от бомбёжек составили не более 10 тыс. человек, от артобстрелов — 40 тыс., от голода — до миллиона.

В 1941 г. физтеховцы Ю.Б. Кобзарев, П.А. Погорелко и Н.Я. Чернецов (рис. 11) были удостоены Сталинской премии I степени "за создание первого в стране радиолокационного прибора для обнаружения самолётов и кораблей". Ознакомившись в конце войны с РЛС "Редут", английские специалисты были поражены её простотой, надёжностью и тем, что работа ведётся на одну антенну.

7. Усиление танковой брони и ночное видение

17 мая 1943 г. заместитель командующего бронетанковыми войсками Красной Армии Н.И. Бирюков получил от И.В. Сталина строжайшие указания по подготовке к битве на Курской дуге [7]:

"Проверить результаты расследования по приборам ночного вождения. Их нельзя было посылать без разрешения... Минные тралы и приборы ночного вождения являются секретными, и без разрешения никому не посылать⁸...

Проверить, где находится полк с экранированными танками, и доложить на предмет получения разрешения на его применение".

Обе выделенные нами курсивом разработки были связаны с ЛФТИ [3].

Приборы ночного вождения (видения) разрабатывались под руководством Л.А. Арцимовича (рис. 12) в тематической группе (лаборатории) № 4 казанской группы ФТИ. К зиме 1942–1943 годов был создан электронно-



Рис. 12. Л.А. Арцимович.

оптический преобразователь с сурьмяно-цезиевым катодом, электронно-оптический преобразователь с уменьшением изображения и многокаскадные усилители света.

"Броневая лаборатория" ЛФТИ была создана в 1938 г. по приказу наркома машиностроения на основе всемирно известной школы "прочнистов" ЛФТИ, руководимой академиком УССР Н.Н. Давиденковым. До начала 1942 г. работами Бронева лаборатории⁹ руководил В.Л. Куприенко, с февраля 1942 г. до августа 1943 г. — И.В. Курчатова, с августа 1943 г. — Ф.Ф. Витман (рис. 13).

В августе 1941 г. перед лабораторией была поставлена задача: найти основные положения в конструировании бензобаков для самолётов, которые оказались наиболее уязвимым местом. Была предложена многосекционная конструкция из стали, высланная внутри губчатой резиной для "залечивания" пробоя. Резина была разработана в ЛФТИ под руководством А.П. Александрова.

Применение кумулятивных снарядов (фауст-патронов) в германской армии с конца 1942 г. поставило острую задачу укрепления брони советских танков. В Бронева лаборатории был разработан эффективный способ экранирования танковой брони отделённой от неё внешней преградой.

8. Термоэлектрические источники питания

Под руководством Ю.П. Маслаковца (рис. 14) в казанской группе ФТИ¹⁰ решались задачи разработки и создания термоэлектрических источников питания для партизанских и диверсионных отрядов.

⁸ Следует пояснить суть происшествия. Дело в том, что один из танков, на которых испытывались приборы, был захвачен немцами. (Примеч. А.Г.З.)

⁹ В Казанской группе ЛФТИ ей был присвоен № 3.

¹⁰ Тематическая группа (лаборатория) № 1.

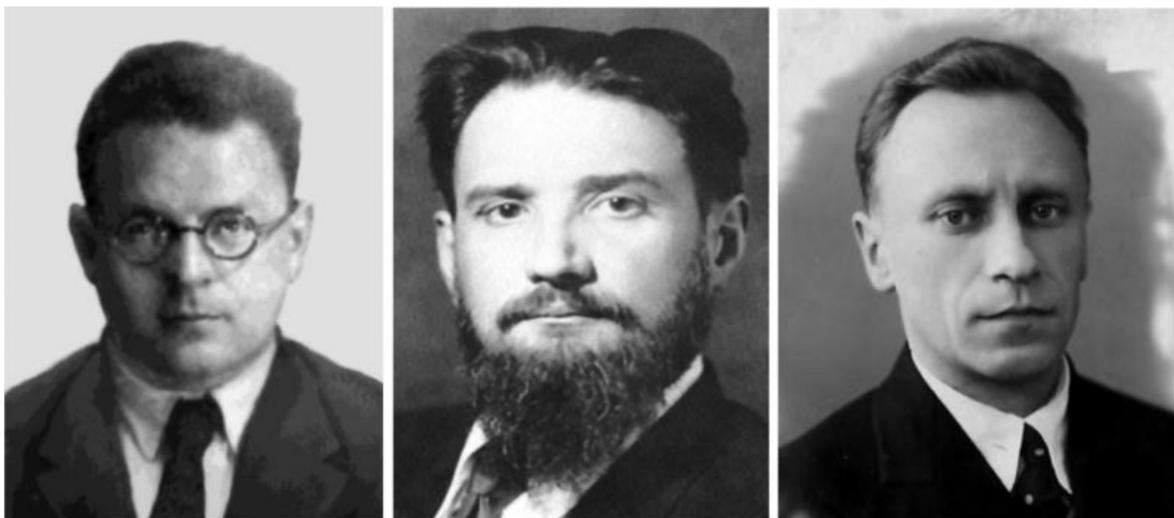


Рис. 13. В.Л. Куприенко, И.В. Курчатов, Ф.Ф. Витман.



Рис. 14. Ю.П. Маслаковец.

Использовалась термопара сурьмянистый цинк–константан [3]. Спай снаружи нагревался пламенем костра, внутренний имел температуру воды ("партизанский котелок"). При разности температуры спаев $\Delta T \approx 300^\circ\text{C}$ и к.п.д. $\approx 2,0\%$ обеспечивалось питание накальных и анодных цепей переносных радиостанций. Выпуск был налажен в марте 1943 г. в Научно-исследовательском институте 627 с опытным заводом № 1¹¹ (впоследствии преобразован во Всесоюзный научно-исследовательский институт электромеханики).

¹¹ В дальнейшем было выпущено несколько десятков тысяч штук более совершенных термоэлектрических генераторов для неэлектрифицированных районов СССР.



Рис. 15. Испытания прогибографа на льду Суздальского озера. В полушубке у прибора — П.П. Кобеко.

9. Обеспечение функционирования ледовых трасс

В первые две недели после начала функционирования в ноябре 1941 г. "Дороги жизни" по льду Ладожского озера, связавшей тонкой ниточкой блокадный Ленинград с Большой землёй, было потеряно около 100 машин, причём не самых тяжёлых (!). Обратились к П.П. Кобеко в Ленинградский филиал ФТИ. Под его руководством быстро разработали приборы для автоматической записи колебаний льда — "прогибографы" (рис. 15). Проявив чудеса изобретательности, практически при полном отсутствии материалов¹² изготовили более 50 таких приборов. Оказалось, что причина разрушения льда заключалась в резонансном усилении колебаний при совпадении скоростей машины и волны подо льдом (примерно 35 км ч^{-1}). Оказывали влияние также волны, отражённые от берега, и волны, создаваемые другими машинами. Для каждого участка Дороги были разработаны строгие правила дорожного движения: регламентировались скорость и интервалы между машинами и колоннами (рис. 16). Дорога функционировала вплоть до 24 апреля 1942 г., когда толщина льда уменьшилась уже до 10 см (!) [3].

В ходе подготовки к частичному снятию блокады в январе 1943 г. учёные Ленинградского филиала ФТИ со своими прогибографами принимали участие в прокладке свайно-ледовых железных дорог по льду Ладоги (рис. 17). Более того, по льду Ладоги прямо на передовую шли

¹² Для первого прибора учёные использовали вытасненный ими из-под снега кусок упавшей чугунной ограды парка Политехнического института, который они доставили на санках в ФТИ.



Рис. 16. Колонна машин на Дороге жизни.

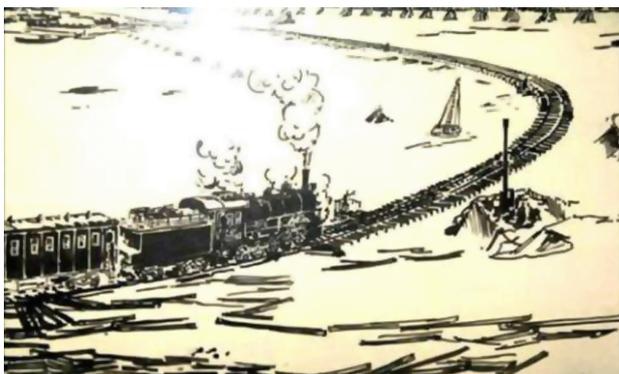


Рис. 17. Низководный свайно-ледовый мост через Неву. С.П. Светлицкий (1943 г.).

своим ходом, преодолевая трещины, тяжёлые танки КВ¹³! В январе 1944 г. в ходе подготовки к полному прорыву блокады Ленинграда железная дорога была проложена на месте нынешней дамбы между Горской и Кронштадтом, в котором сосредоточивались силы для удара [3].

10. Создание антибактериального "препарата П"

В 1944 г. У. Черчилль подарил И. Сталину некоторое количество пенициллина. Часть его отправили в Ленинград. Там, однако, был свой антибиотик, который назывался "препарат П". Разработан он был в ЛФТИ.

С.Е. Бреслер из казанской группы ФТИ написал своей сотруднице М.В. Гликиной в Ленинградский филиал ФТИ (рис. 18), ссылаясь на опыт первой мировой войны, что в условиях стационарного фронта (как под Ленинградом) резко ускоряется развитие газовой гангрены у раненых и надо заняться разработкой эффективного антибактериального препарата. С.Е. Бреслер предложил применить для этой цели метод Хугэрхейда (США), который использовал определённый тип почвенных бактерий. М.В. Гликиной удалось разыскать в одном из институтов блокадного Ленинграда необходимые бактерии и вырастить нужную культуру. Эти результаты вошли в отчёт Ленинградского филиала за 1941 г., а уже в начале 1942 г. "препарат П" был рекомендован к применению и доработке в эвакуационном госпитале № 1170, который располагался в Александро-Невской

¹³ Были сняты башни (несложная процедура), которые танки тащили за собой на полозьях.



Рис. 18. С.Е. Бреслер и М.В. Гликина.

лавре [1]. При сравнении с пенициллином "препарат П" оказался более эффективным. Его использование снизило смертность от анаэробной инфекции в два раза.

11. ЛФТИ и Атомный проект

Широкие исследования по физике атомного ядра начались в ЛФТИ в самом начале тридцатых годов прошлого века. Соответствующее структурное подразделение института — "ядерная группа" — было образовано Приказом по ЛФТИ от 16 декабря 1932 г., в котором, в частности, говорилось:

"§ 1. Для осуществления работ по ядру... образовать особую группу по ядру в составе: акад. А.Ф. Иоффе — нач. гр., И.В. Курчатов — зам. нач. гр., М.А. Еремеев, Д.В. Скобельцын, П.А. Богдаевич, С.А. Бобковский, И.П. Пустовойтенко, Л.П. Селинов, М.П. Бронштейн, Д.Д. Иваненко.

§ 2. Г.А. Гамова и Л.В. Мысовского числить консультантами группы".

Через год ЛФТИ было доверено организовать и провести крупную международную конференцию по атомному ядру в Ленинграде. Уже через несколько лет работы по ядерной физике А.Ф. Иоффе назовёт вторым по значимости направлением исследований института.

Душой "ядерного" сообщества ЛФТИ, а затем и руководителем отдела ядерной физики был Игорь Васильевич Курчатов. Коллеги уважительно называли его

Генералом за то, что в любом увлекающем его деле он быстро становился лидером.

Развитие экспериментальной ядерной физики в ЛФТИ требовало поддержки со стороны правительства. Пример обращения за такой поддержкой представляет собой письмо сотрудников ЛФТИ Председателю Совета Народных Комиссаров СССР В.М. Молотову об экспериментальной базе ядерных исследований от 5 марта 1938 г. [7]. Вот его краткое резюме. Для результативных исследований по атомному ядру ЛФТИ нуждается в *радии* (в количестве 2 г) и *циклотроне* (объём затрат 1 млн рублей — немалые по тем временам деньги). Обращение подписали: А. Иоффе, И. Курчатов, А. Алиханов, Д. Скобельцын, Л. Арцимович, А. Алиханьян, Л. Немёнов, Л. Русинов, Б. Джелепов, Г. Щепкин, В. Куприенко, В. Дукельский, Я. Френкель и др. (всего 23 подписи). Это тот самый циклотрон, о завершении строительства которого сообщит газета "Правда" 22 июня 1941 г. От обращения за поддержкой до завершения строительства пройдет всего три года!

Циклотрон был детищем И.В. Курчатова, который руководил его проектированием и строительством. В 1940 г. его аспиранты Г.Н. Флёров и К.А. Петржак открывают явление спонтанного деления ядер урана. Курчатов предлагает поставить контрольные эксперименты: эффект подтверждается, но Игорь Васильевич отказывается от соавторства, полагая, что исследование его учеников в значительной степени является самостоятельным.

В начале войны Курчатову отказывают в его просьбе об отправке в действующую армию [3]. Он оставляет ядерные исследования и вливается в команду А.П. Александрова, которая во фронтовых условиях занималась размагничиванием военных кораблей. После отъезда А.П. Александрова из Севастополя руководит бригадой физтеховцев на Черноморском флоте, которая сделала чрезвычайно много для разблокирования запертых в бухтах магнитными минами кораблей. В казанскую группу ФТИ И.В. Курчатов вернулся в декабре 1941 г. с тяжелой пневмонией, отпустил бороду, как он говорил: "до Победы", но, как оказалось, навсегда.

К началу войны ЛФТИ находился на переднем крае исследований атомного ядра. Ряд учёных осознавали принципиальную возможность использования энергии, выделяющейся при делении ядер урана, для создания оружия невиданной разрушительной силы. Опасность, нависшая над страной, подвигла их стать инициаторами создания ядерного оружия перед правительством СССР¹⁴, стимулировала начало советского Атомного проекта. С.В. Кафтанов, уполномоченный ГКО по науке, вспоминал [9], что, наряду с разведкой, Академия наук, А.Ф. Иоффе и лично Г.Н. Флёров внесли свой вклад в решение о начале Атомного проекта.

Из распоряжения ГКО № 2352сс "Об организации работ по урану" от 28 сентября 1942 г., инициированного обращением в ГКО А.Ф. Иоффе и С.В. Кафтanova [10]: "Обязать АН СССР (академик Иоффе) возобновить работы по исследованию осуществимости использования атомной энергии при расщеплении ядра урана, представить ГКО к 1 апреля 1943 года доклад о возможности создания урановой бомбы или уранового топлива.

Для этой цели:

1. Президиуму Академии наук СССР:

А. Организовать при Академии наук специальную лабораторию атомного ядра...

7. Обеспечить к 5 октября 1942 года доставку самолётом в г. Казань из г. Ленинграда принадлежащих ФТИ АН СССР 20 кг урана и 200 кг аппаратуры для физических исследований".

Для руководства работами А.Ф. Иоффе рекомендовал И.В. Курчатова, который в то время в казанской группе ФТИ возглавлял Броневую лабораторию (Лабораторию № 3). Именно он и готовил аналитическую записку по материалам советской разведки, а затем и указанный выше доклад в ГКО.

В марте и апреле 1943 г. выходят распоряжения Президиума АН СССР о назначении И.В. Курчатова руководителем ядерной лаборатории и об организации самой лаборатории. Соответствующий приказ № 86 по казанской группе ЛФТИ об организации Лаборатории № 2¹⁵, об освобождении И.В. Курчатова от руководства Лабораторией № 3 и о том, чтобы его и ещё десять физтеховцев, составивших костяк Лаборатории № 2, считать переведёнными в Москву, был подписан А.Ф. Иоффе [1] 14 августа 1943 г. 30 декабря 1943 г. Президиум АН выдал И.В. Курчатову доверенность "на руководство всей административной, хозяйственной и финансовой деятельностью Лаборатории № 2". 27 января 1944 г. И.В. Курчатов "в связи с переходом на оплату по отдельной штатной ведомости снят с оплаты и штатов ЛФТИ" [11].

Так закончился физтеховский период подготовки и старта Атомного проекта. Основные результаты этого периода и вклад ЛФТИ в проект сводятся к следующему.

1. Создание всемирно известной школы физиков-ядерщиков — кадровой основы Атомного проекта. Все пять выдающихся учёных, трижды удостоенных звания Героя Социалистического Труда участников Атомного проекта, работали в разные годы в ЛФТИ (рис. 19).

2. Инициирование в СССР исследований в области ядерной физики и самого Атомного проекта, доказательство на государственном уровне их стратегической важности и реалистичности.

3. Постройка крупнейшего в Европе циклотрона. Оборудование его было вывезено в Москву в 1943 г. В ЛФТИ он был запущен в 1946 г. и производил оружейный плутоний для Атомного проекта.

4. Разработка методов разделения изотопов урана для Атомного проекта.

5. Создание счётчиков нейтронов для испытаний атомной бомбы.

Созданный в результате выполнения Атомного проекта паритет в оружии сдерживания оказал и сегодня продолжает оказывать важнейшее влияние на развитие человечества.

12. Наука в ЛФТИ в годы войны

Несмотря на то что главным делом во время войны для большинства физтеховцев стали разработки в интересах обороны, они продолжали заниматься и научными исследованиями, защищать диссертации.

¹⁴ Например, хорошо известны обращения Н.Н. Семёнова, Г.Н. Флёрова, А.Ф. Иоффе.

¹⁵ К этому времени прежняя Лаборатория № 2 казанской группы ЛФТИ прекратила своё существование и под этим номером, по сути, образовалась вакансия.



Рис. 19. Трижды удостоенные звания Героя Социалистического Труда участники Атомного проекта, работавшие в разные годы в ЛФТИ (слева направо): И.В. Курчатов, А.П. Александров, Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, К.И. Щёлкин.



Рис. 20. Б.П. Константинов.

В 1941–1945 гг. в ЛФТИ состоялось 38 защит диссертаций — 10 докторских и 28 кандидатских [3]. Как показывает знакомство со штатным расписанием, из всех, кто в принципе мог защититься, это сделал каждый второй. В частности, Б.П. Константинов (рис. 20), руководивший Физико-техническим институтом в 1957–1967 гг., в годы войны защитил кандидатскую (1942 г.) и докторскую (1943 г.) диссертации.

К двум упомянутым Сталинским премиям военных лет за радиолокацию и размагничивание кораблей добавились следующие премии: А.Ф. Иоффе — за исследования полупроводников; Н.Н. Давиденков — за исследования прочности; Е.Ф. Гросс — за исследования рассеяния света; Г.Н. Флёров — за открытие спонтанного деления урана; Я.И. Френкель — за исследования по теории жидкости.

Среди работников институтов Академии наук, удостоенных Сталинской премии военных лет, а также

поименованных в Указе Президиума Верховного Совета СССР от 10 июня 1945 г. о награждении орденами и медалями (за войну), доля сотрудников ЛФТИ составляет несколько процентов. Это позволяет судить о том огромном вкладе в Победу, который внесла АН СССР в целом.

13. Заключение

На примере деятельности ЛФТИ ясно видно, что Великая Отечественная война была выиграна не только на полях сражений и в тылу, но и в лабораториях и конструкторских бюро. При этом разработки советских учёных не уступали разработкам союзников, во многом превосходя их. То, что сделал для Победы и укрепления мощи страны в послевоенное время ЛФТИ, представляет собой часть огромного вклада в создание принципиально новых средств защиты и видов вооружений, который внесли институты Академии наук и её учёные¹⁶.

Трудно подобрать нужные слова, чтобы охарактеризовать беспримерную деятельность Ленинградского филиала ФТИ в блокадном Ленинграде и его роль в героической обороне города, когда уже само выживание было подвигом.

В годы войны не прерывалась миссия ЛФТИ — быть кузницей кадров для реализации крупномасштабных проектов, будь то радиолокация, размагничивание военных кораблей или Атомный проект. Работа в условиях военного времени, в ряде случаев даже в условиях фронта, сформировала особое поколение учёных с обострённым чувством долга, могущих в критических ситуациях брать ответственность на себя. Не случайно участие в этих проектах стало важным этапом личностного развития для огромной плеяды учёных — выдающихся организаторов советской науки.

Благодарности. Выражаю признательность сотрудникам ФТИ им. А.Ф. Иоффе Р.Ф. Витман, Б.Б. Дьякову и Ю.И. Коптеву, работы которых по истории института существенно дополнили мои представления о работе ЛФТИ в годы войны.

Список литературы

1. Дьяков Б. Б. (Сост.) *Физико-технический институт в годы Великой Отечественной войны* (СПб.: Наука, 2006)

¹⁶ Эта титаническая деятельность велась в сложных условиях не имеющей аналогов в мировой истории по срокам и масштабам эвакуации научно-производственного комплекса страны.

2. Рейнов Н М *Физики — учителя и друзья* (Л.: Лениздат, 1975)
3. Витман Р Ф, Куницына Е В (Ред.-сост.) *Трудный путь к Победе. Физтеховцы о днях войны* (СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012)
4. Левшин Б В *Советская наука в годы Великой Отечественной войны* (М.: Наука, 1983) с. 57
5. Рябев Л Д (Общ. ред.), Кудинова Л И (Сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (М.: Физматлит, 1998), Документ № 103
6. Коптев Ю И *Виза безопасности* (СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011)
7. Бирюков Н *Танки — фронту! Записки советского генерала* (Смоленск: Русич, 2005)
8. Рябев Л Д (Общ. ред.), Кудинова Л И (Сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (М.: Физматлит, 1998), Документ № 1
9. Кафтанов С В "По тревоге" *Химия и жизнь* (6) 16 (1985)
10. Рябев Л Д (Общ. ред.), Кудинова Л И (Сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (М.: Физматлит, 1998), Документ № 128
11. Гринберг А П, Френкель В Я *Игорь Васильевич Курчатов в Физико-техническом институте (1925–1943 гг.)* (Л.: Наука, 1984) с. 151

PACS numbers: **01.65.+g**, **28.52.–s**, **28.70.+y**
 DOI: 10.3367/UFNr.0183.201305h.0528

Основные этапы Атомного проекта

Р.И. Илькаев

1. Введение

Реализация Атомного проекта явилась задачей наивысшего государственного приоритета, решение которой опиралось на мобилизацию лучших кадров страны, включая специалистов высшей квалификации, учёных академических и отраслевых институтов, организаторов военной промышленности СССР, выдвинувших и сформировавших научно-технических и организационных лидеров всех уровней Атомного проекта.

Выдающуюся роль в создании базы разработки ядерного оружия СССР сыграла советская разведка, которой удалось получить и передать ценную информацию как в отношении принципиальных идей, так и конкретных научно-технических данных по атомному проекту.

Атомный проект (1943–1955 гг.) заложил основы безопасности нашей страны во второй половине XX в., ликвидировал атомную и термоядерную монополию США.

К основным этапам Атомного проекта относятся:

1943–1949 гг. — создание Лаборатории № 2 под руководством И.В. Курчатова, научно-технической и промышленной инфраструктуры атомной отрасли, создание на основе принципа газодинамической имплозии первой атомной бомбы РДС-1 и её испытание;

1948–1953 гг. — реализация идеи А.Д. Сахарова и создание прототипа термоядерного модуля РДС-6с — впервые осуществлено зажигание и горение термоядерного вещества;

1954–1955 гг. — разработка и реализация принципа радиационной имплозии, создание РДС-37 — прототипа современного термоядерного оружия.

Р.И. Илькаев. Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, РФ
 E-mail: ilkaev@vniief.ru

В статье рассмотрены основные научные особенности реализации каждого из этих трёх этапов Атомного проекта.

2. Предыстория Атомного проекта

В основе Атомного проекта лежат фундаментальные научные открытия и результаты, включая открытия нейтрона и деления атомного ядра, изотопов, способных поддерживать цепную реакцию, трансурановых элементов, принципов разделения изотопов, создание ядерного реактора, создание радиохимии, исследования физики взрывчатых процессов.

Идеи о создании атомной бомбы из U-235, элементы теории атомного взрыва, включая понятия критической массы и ядерной цепной реакции, были сформулированы рядом европейских, в том числе советских, учёных ещё в конце 1930-х — начале 1940-х годов. Первоначально эти идеи обсуждались в ходе открытой научной дискуссии о научных достижениях ядерной физики. Многими было осознано, что деление урана открывает совершенно новые возможности в создании оружия и развитии энергетики.

Советские учёные активно работали в целом ряде областей науки, оказавшихся необходимыми в дальнейшем для выполнения Атомного проекта. Исследования советских учёных в ядерной области находились на высоком уровне, соответствовавшем общемировым достижениям, а именно:

- развивалась теория атомного ядра;
- были открыты ядерные изомеры и процесс спонтанного деления урана;
- развивалась теория ядерных цепных реакций;
- проводились первоклассные исследования по физике взрывчатых веществ (ВВ).

Среди довоенных работ, которые оказали значительное влияние на реализацию Атомного проекта СССР, отмечу исследования по механизмам процессов взрывчатых превращений, устойчивости динамических состояний — горения и детонации ВВ, способам возбуждения и передачи детонации. Важный вклад в эти работы внёс основатель ВНИИЭФ (ныне — Российского федерального ядерного центра — Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики) и руководитель разработок ядерных и термоядерных зарядов Атомного проекта академик Юлий Борисович Харитон.

В 1939–1940 гг. Ю.Б. Харитон совместно с другим нашим замечательным учёным, много сделавшим для становления и развития ядерно-оружейных работ, — Яковом Борисовичем Зельдовичем — выполнили ряд пионерских работ по изучению развития цепной реакции в урановых материалах. Уже тогда Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович определили, что экспоненциальное возрастание скорости цепной реакции имеет порядок 10^7 с^{-1} , и отметили принципиальную необходимость решения проблемы быстрого перехода из подкритической области состояния делящегося материала в надкритическую.

Одним из важных событий в истории советского Атомного проекта явились предложения, выдвинутые Г.Н. Флёровым в письме И.В. Курчатову в марте — июне 1942 г. В этих предложениях был сделан вывод об осуществимости цепной реакции деления на быстрых нейтронах для U-235. Вероятное количество вторичных