

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-685(75)-83

Л.А.ВАРДАНЯН, И.Г.МЕЛКУМОВА,

Р.А.САРДАРЯН

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ
ПО ПЕРЕХОДНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

ԵՐԵՎԱՆ 1983 ԵՐԵՎԱՆ

дополненное издание указателя (Ереван: ЕрФИ, 1979), включающее уже работы, опубликованные до 1978 г. Следуя этой традиции, к проведению II симпозиума по переходному излучению (Ереван, сентябрь 1983 г.) подготовлено 3-е издание "Библиографии работ по ПИ заряженных частиц (1945-1982 гг.)" (Сост. Л.А. Варданян, И.Г. Мелкумова, Ереван: ЕрФИ, 1983), вошедшее в себя, кроме новых работ, вышедших в свет до 1982 г. включительно, весь опыт предыдущих изданий и снабженное необходимым справочным и вспомогательным аппаратом. В "Библиографии...", помимо хронологического списка публикаций, сопровождаемого авторскими аннотациями статей, помещены также авторский и тематический указатели. Последний составлен специально для этого издания и представляет собой первую попытку систематизации основных направлений исследований, выполненных в области теории, эксперимента и применений явления ПИ в физике высоких энергий.

Содержательная информация, полученная в процессе деятельности по составлению "Библиографии...", и наличие почти исчерпывающего собрания копий работ создали возможность для проведения наукометрического анализа публикаций по ПИ. При этом авторы настоящей статьи исходили из следующих соображений:

I. Исследования явления ПИ образуют достаточно локальную область физики высоких энергий, не сравнимую по значимости и масштабам с такими её крупными разделами, как, скажем, теория поля, квантовая электродинамика, физика ядра и т.д. Это обстоятельство и связанное с ним сравнительно ограниченное количество публикаций делает практически осуществимым выполнение количественного анализа по материалам работ.

2. Интересные с физической точки зрения свойства ПИ, применение наглядного и относительно простого, но изящного и строгого аппарата классической электродинамики для математического описания характеристик ПИ и, самое главное, широкие возможности практического использования детекторов элементарных частиц, основанных на рентгеновском ПИ, - все это выдвигает указанное направление исследований в ряд важных и актуальных задач физики высоких энергий и наделяет эту локальную область всеми характерными чертами, присущими другим современным научным разработкам. С этой точки зрения исследования по физике ПИ могут рассматриваться в качестве некоторой модели, в достаточной мере отражающей закономерности развития любого научного направления.

3. Со времени первой публикации по ПИ (1945 г.) прошло почти сорок лет, однако научная деятельность в этой области активно продолжается, число публикуемых статей все возрастает, и, как нам кажется, наступило время "оглянуться назад" на пройденные этапы развития и подвести некоторые итоги.

2. Результаты количественного анализа

ПИ, образуемое на границе раздела двух сред, впервые теоретически было предсказано В.Л. Гинзбургом и И.М. Франком в 1945 г. Авторы показали, что ПИ, генерируемое в оптической области частот, обладает зависимостью интенсивности излучения от лоренц-фактора заряда, что, в принципе, указывало на новый способ определения энергии заряженных частиц. Качественно новый этап в развитии теории связан с открытием в 1959 г. Г.М. Гарибяном и К.А. Барсуковым рентгеновской части ПИ, испускаемой в

направлении движения заряда. Установленная более сильная (линейная) зависимость интенсивности рентгеновского переходного излучения (РПИ) от лоренц-фактора ультрарелятивистской частицы, а также ряд других привлекательных свойств этого излучения (малость зоны формирования, отсутствие фона черенковского излучения, наличие порога в спектре и т.п.) создали реальные предпосылки для последующего использования РПИ для детектирования и идентификации частиц высоких энергий.

Обнаружение РПИ стимулировало проведение всесторонних, многочисленных и, как оказалось, долговременных теоретических и экспериментальных исследований по физике ПИ. История этого явления подробно изложена в обзоре С.М.Ахвердяна и Г.М.Гарибяна (Препринт ВФИ-339(64)-76), а исчерпывающее рассмотрение теории и экспериментальных результатов проведено в монографии Г.М.Гарибяна и Ян Ши "Рентгеновское переходное излучение" (Ереван: Из-во АН АрмССР, 1983).

Основные этапы развития исследований по ПИ нами представлены в виде сводной таблицы (см.табл.1), соответствующей, в главных чертах, классификации тематического указателя "Библиография..." Оговорим, что приведенная систематизация публикаций (как в "Библиографии...", так и в настоящей статье), разумеется, не претендует на полноту и законченность, и является в известной степени условной. Заметим также, что согласно принципам составления тематического указателя, работы, относящиеся к нескольким разделам, включались во все соответствующие пункты указателя, поэтому в последнем столбце табл.1 возможны пересечения работ.

Из табл.1. на первый взгляд следует, что ПИ заряженных частиц высоких энергий к настоящему времени представляет собой хорошо разработанную или почти законченную область, однако появление в последние годы, например, работ по изучению возможности получения рентгеновского источника с помощью ПИ свидетельствует о все новых, порой неожиданных, путях развития этой области физики взаимодействия заряженных частиц с веществом.

Приведенные данные по числу публикаций, помещенные в последнем столбце табл.1, позволяют делать выводы об относительной степени разработанности тех или иных идей или методов, содержащихся в первоначальных (пионерских) работах по определенному вопросу. Например, табл.1 хорошо иллюстрирует плодотворность таких идей, как ПИ в пластине и слоистой среде, генерация миллиметровых волн с помощью ПИ, влияние многократного рассеяния и поглощающей способности вещества и т.д. Ясно, что большое количество публикаций по перечисленным вопросам находится в прямой зависимости от запросов эксперимента.

Здесь, однако, необходимо иметь в виду, что относительно небольшое число работ по каким-то аспектам ПИ далеко не всегда свидетельствует о незначительности вклада этого вопроса в развитие направления в целом, а может, в частности, означать успешное разрешение конкретной проблемы уже в нескольких статьях, как например, случилось с работой Г.М.Гарибяна и Ян Ши по получению лауэграмм квазичеренковского излучения в кристаллах.

В этой связи отметим, что при ретроспективном анализе основных направлений в изучении ПИ (см.табл.1) возможно, на наш взгляд, выделить три основных подхода к задачам физики ПИ, продиктованных определенным отношением к цели исследования:

Таблица I (продолжение)

Таблица I. Основные этапы развития исследований по ПИ			
Основные направления исследований	Год публ.	Авторы	Число работ
I	2	3	4
Энергетический диапазон	Оптическое ПИ	1945 В.Л. Гинзбург, И.М. Франк	112
	Рентгеновское ПИ	1959 Г.М. Гарибян; К.А. Барсуков	174
ПИ, генерируемое разными источниками:	диполи сгустки	1960 А.Ц. Амагуни 1961 В.Н. Цытович	45
Прохождение через вещество:	наклонное падение заряда	1958 Г.М. Гарибян 1960 Н.А. Корхмазян	60
Вид поверхности раздела:	размытая граница сред:	1960 А.Ц. Амагуни, 1961 Н.А. Корхмазян В.Н. Цытович	22
Среды с различными свойствами	Оптически-активные среды	1964 Э.Д. Газазян, О.С. Мергелян	15
	Плазма и плазмодобные среды	1961 Б.Л. Желнов; В.М. Яковенко	29
	Нестационарные и диспергирующие среды	1962 В.Н. Цытович 1963 К.А. Барсуков, Б.М. Болотовский	34
Неоднородности различных видов	Пластина (слой) вещества	1957 В.Е. Пафомов	72
	Слоистая среда	1957 Я.Б. Файнберг, Н.А. Хижняк	134
	Столпка пластин	1958 Г.М. Гарибян	
	Кристаллические структуры	1969 М.Л. Тер-Микаелян	38
		1971 Г.М. Гарибян, Ян Ши В.Г. Барышевский	
	Волноводы и резонаторы (СВЧ-область)	1957 Я.Б. Файнберг, Н.А. Хижняк	58
1959 К.А. Барсуков			
1960 Л.Г. Ломизе			

I	2	3	4
Влияние коллективных свойств среды	Влияние многократного рассеяния	1959 Г.М. Гарибян, И.Я. Померанчук	59
	Учет поглощения	1945 В.Л. Гинзбург, И.М. Франк	49
Квантовое рассмотрение	Феноменологическая квантовая теория	1960 Г.М. Гарибян	7
	ПИ во внешних полях переходное рассеяние	1973 Ж.М. Диасамидзе, Е.Г. Цикаришвили	12
		1973 В.Л. Гинзбург, В.Н. Цытович	
	Индукцированное ПИ	1962 Г.А. Аскаръян	11
Энергетические потери в среде и связь с механизмом ПИ	Ионизационные потери в тонких слоях	1960 Г.М. Гарибян 1963 М.П. Лорикян К.К. Шихляров	32
	Энергетические потери и характеристики ПИ	1957 Я.Б. Файнберг Н.А. Хижняк	29
	Флуктуации энергии	1977 А.И. Алиханян, В.А. Чечин	8
	Интерференционные явления и связь с другими излучениями	1954 J. D. Lawson	90
Астрофизический аспект	1971 S. A. Johansson	15	
Идентификация частиц и применение РПИ-детекторов в физических экспериментах	Экспериментальные исследования оптического ПИ рентгеновского ПИ в пористых средах	1959 P. Goldsmith, J. V. Jelly, L. C. L. Yuan, C. L. Weng,	189
		1964 Ф.Р. Арутюнян, К.А. Испирян, А.Г. Оганесян; А.И. Алиханян, А.К. Вальтер, И.А. Гришаев, М.П. Лорикян, В.Л. Фурсов	
		1972 В.В. Авакян, А.И. Алиханян, Э.А. Мамиджанян, А.Г. Оганесян	
		1977 W. J. Willis et al	
	Использование РПИ-детекторов в экспериментах в космических лучах на ускорителях	1972 В.В. Авакян, А.И. Алиханян, Э.А. Мамиджанян, А.Г. Оганесян	68
		1977 W. J. Willis et al	
Получение рентгеновского источника с помощью ПИ	1976 Н.К. Жеваго и др.	17	
	1980 R. H. Pantell et al		

1) восполнение существующего пробела в теоретическом рассмотрении ПИ (например: задачи о ПИ, генерируемом различными источниками или при их сложном движении к границе раздела, феноменологическая квантовая теория, некоторые вопросы интерференционных явлений в ПИ и др.); 2) изучение особенностей ПИ для возможности экспериментальной реализации эффекта и использования РПИ-детекторов (например: излучение от сгустков, наклонное прохождение заряда, учет размытости границ раздела, ПИ в пластине и в слоистых средах, влияние многократного рассеяния и поглощения, ионизационные потери в тонких слоях, флуктуации энергии и др.); 3) расширение сферы приложений идей и методов ПИ на другие области науки и практики (ПИ в плазме и в нестационарных диспергирующих средах, ПИ в кристаллических структурах, в волноводах (выход в СВЧ-диапазон), жесткое ПИ, ПИ во внешних полях, астрофизический аспект, получение рентгеновского источника с помощью ПИ).

Конечно, подобное разделение также является условным, тем более, что выбор того или иного подхода к задачам ПИ не всегда бывает осознанным, и часто в итоге исследований, преследующих определенную цель, получались новые результаты, настолько обогащающие прежнюю постановку, что причислялись к задачам другого типа. Так, изучение влияния многократного рассеяния быстрого заряда на образование РПИ исторически представлялось необходимым для определения вклада этого эффекта в данные экспериментальных исследований. В дальнейшем разработка этого вопроса привела к выявлению так называемого краевого эффекта, имеющего отношение к поиску новых механизмов сильной зависимости интенсивности ПИ от энергии заряда. Учет поглощающей способности вещества, в

котором генерируется ПИ, вначале был продиктован нуждами экспериментальной практики, а последующее детальное рассмотрение этого вопроса привело к теоретическому обнаружению ПИ в жесткой области частот, расширив тем самым энергетический диапазон ПИ.

Динамика роста числа публикаций по ПИ представлена на рисунке в виде гистограммы: штриховкой приведено распределение числа экспериментальных работ (сюда включены также работы по применению РПИ-детекторов в физических экспериментах). Здесь необходимо отметить, что в количественных данных отражены только оригинальные научные работы (с учетом того обстоятельства, что в случае одних и тех же работ, опубликованных в различных изданиях, из-за невозможности их различения, все работы считаются оригинальными; этот же принцип положен в основу как "Библиографии...", так и тематического указателя) - всего 773 статьи. Для полноты информации укажем, что существует также целый ряд обзоров, посвященных разнообразным аспектам изучения ПИ, - 46 статей, а также небольшая литература, представляющая явление ПИ в изданиях общего характера, - 36 публикаций. В гистограмме, соответствующей общему числу работ, обзорные статьи учтены.

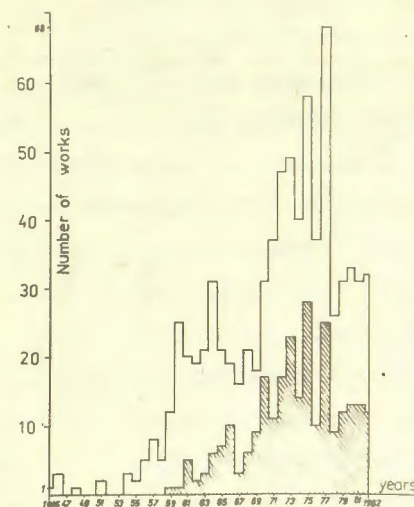
Особое внимание, уделенное экспериментальным работам, обусловлено тем, что, с одной стороны, опытное обнаружение характеристик явления служит критерием адекватности существующих теоретических построений, а с другой стороны - обеспечивает возможность приложения новых методов и созданных на их основе установок как в других фундаментальных научных направлениях, так и в сфере техники.

Из рисунка видно, что наибольшее количество публикаций

приходится на 1973, 1975 и 1977 гг. Из сравнения гистограмм следует, что в 1973 и 1975 гг. общий рост числа публикаций обязан вкладу, в основном, экспериментальных работ: 23 из 49 в 1973 г. и 28 из 58 в 1975 г., т.е. после первых успешных опытов по обнаружению РПИ в 1964 г. (оптическое ПИ было впервые наблюдеено в 1959 г.) начались интенсивные экспериментальные исследования различных свойств и характеристик ПИ, и пик этих исследований приходится на 1973 - 1975 гг. Наконец пик 1977 г. является проявлением роста общего интереса к ПИ, который выразился в том, что в этом году был проведен I Международный симпозиум по ПИ и изданы его Труды - 40 работ. И хотя часть работ была опубликована ранее, тем не менее пик 1977 г. закономерно отражает рост активности в изучении ПИ.

Определенную роль в интенсификации исследований по ПИ сыграло и "подключение" в эти годы к рассматриваемой тематике экспериментальных групп за рубежом, особенно в США: 1973 г. - группа Г.Йода, 1974 г. - группы Д.Мюллера, Дж.Фишера и др.

В эти же и последующие годы, после выяснения основных физических свойств ПИ, центр тяжести выполненных опытных работ начинает смещаться в область применения и использования детекторов элементарных частиц, основанных на РПИ, в физических экспериментах сначала в космическом пространстве, а затем на ускорителях и накопителях (см. табл. I). Например, в последние годы РПИ-детекторы входили в качестве составной аппаратуры в установки ЦЕРНа по обнаружению новых экзотических резонансов, в космические системы типа "Интеркосмос", "Шаттл" и т.п. С этим и связан небольшой, но поступательный рост на заштрихованной гистограмме (начиная с 1972 г.), продолжавшийся и в настоящее время.



Распределение числа публикаций по ПИ; заштрихованная часть соответствует числу экспериментальных работ.

Это подчеркивает ту значительную роль, которую сыграло создание и усовершенствование РПИ-детекторов, оказавшихся мощным инструментом для изучения физики высоких энергий.

Из сравнения гистограмм на рисунке следует также, что количество теоретических работ во все годы превышало (а в некоторые периоды - значительно) число опытных разработок (в отношении 2:1), что вполне соответствует сложившейся в научном мире тенденции: как правило, теоретические исследования опережают (иногда - надолго) проведение экспериментальных работ. Эта ситуация особенно характерна для физики высоких энергий, где зачастую технические возможности опытной аппаратуры (в частности, измерительно - электронной, вычислительной и т.д.) не поспевают за темпом развития теории. В случае же исследований

по ПИ вообще, и, особенно, РПИ произошло успешное сочетание работанности теории и наличия экспериментальных условий с привлекательностью перспективы подобной деятельности.

Преобладание теоретических исследований по ПИ видно также из табл.2, в которой приведено распределение количества публикаций по числу соавторов. Если взять полное число работ, выполненных I и 2 соавторами (это, как правило, теоретические работы), то их почти в два раза больше всех остальных. Такое же соотношение выполняется для работ, выполненных в СССР. Для зарубежных работ это соотношение близко к единице.

С ростом численности научного коллектива количество публикаций быстро спадает и резко уменьшается в случае 6 и более соавторов. Последнее присуще и зарубежным публикациям: по-видимому, это объясняется тем простым обстоятельством, что удельный вес крупных физических экспериментов в данной тематике вообще невелик. Обращает на себя внимание и тот факт, что хотя общее число работ, выполненных в СССР, более чем в три раза превышает число зарубежных публикаций, в области экспериментальных исследований различие не столь значительно (см.табл.2). Очевидно, что работы, выполненные 4 и более авторами, связаны с экспериментальными разработками, причем в случае групп из 7-8 и более соавторов можно с уверенностью сказать, что публикация относится к использованию РПИ-детекторов на различных установках, т.е. к научной деятельности, предполагающей участие как ученых - иногда специалистов по отдельным узким направлениям, одновременно необходимым для постановки эксперимента, так и инженеров-электронщиков, ускорительщиков и т.д.

Таблица 2. Распределение количества работ по числу соавторов

число соавторов	Количество работ	
	в СССР	за рубежом
I	210	60
2	166	38
3	88	26
4	49	20
5	21	17
6	7	3
7	3	4
8	3	2
9	3	1
10	1	1
11	1	2
12	3	1
13	2	-
14	4	-
15	6	1
16	-	-
17	-	1
18	-	-
19	-	2
20	1	1
21	-	-
22	-	1
23	-	-
24	-	-
25	-	3

Таблица 6. Распределение количества работ по числу ссылок

число ссылок	Количество работ	
	в СССР	за рубежом
нет	14	13
I	5	1
2	25	3
3	43	4
4	53	13
5	46	13
6	48	19
7	46	12
8	40	9
9	41	11
10	29	7
11	24	11
12	18	9
13	17	3
14	11	5
15	11	4
16	10	7
17	5	4
18	16	3
19	3	4
20	9	4
21	5	1
22	3	1
23	2	2
24	4	2
25	2	3
до 30	10	8
до 40	6	3
до 50	4	1
свыше 50	2	3
свыше 100	12	1

К вышесказанному тесно примыкает вопрос о научных коллаборациях, в том числе международных. При этом под коллаборациями мы понимаем научные сообщества, представленные двумя и более организациями (в случае международных коллабораций - из разных стран). Все возрастающая стоимость экспериментальных сооружений для физики высоких энергий, наличие у одной организации (или страны) необходимой (а порой - уникальной) аппаратуры и, наконец, уже накопленный полезный опыт специалистов одной организации или страны неизбежно приводят ученых и специалистов к объединению в научные коллаборации. Как правило, такие коллаборации, возникающие в рамках осуществления научного сотрудничества, оказываются плодотворными для всех организаций-участниц и зачастую созданные для реализации одной научной программы такие научные содружества ученых продолжают совместные исследования и по другим проблемам.

В табл. 3, кроме общего количества работ и общего числа организаций-участниц, (второй и третий столбцы) представленных каждой страной, указано также (в четвертом столбце) число работ, представленных одной организацией каждой страны (вне коллабораций). В пятом столбце табл. 3 приведено число работ, выполненных каждой страной в международных коллаборациях (интегральный вклад стран в коллаборации). Затем в табл. 3 показан дифференциальный вклад (по числу работ) стран-участниц в коллаборации. По диагонали приведено число работ, выполненных совместно несколькими (двумя и более) организациями одной страны (внутренние коллаборации). Оговорим сразу, что цифры, указанные во втором и пятом столбцах табл. 3, очевидно, являются отно-

Таблица 3. Распределение числа публикаций по странам, по количеству организаций-участниц и по числу работ, выполненных внутри и вне коллабораций

Страна	Общее число публикаций	Кол-во организаций-участниц	Число работ, выпол. вне коллаб.	Число работ, выпол. в межд. коллаб.	СССР	США	Швейцария	Франция	Япония	Англия	Италия	ПНР	Греция	ЧССР	Индия	ДРВ	СРР	КНДР	Аргентина	Австралия	Норвегия	Канада	Швеция	
СССР (АрмССР)	588 (356)	45 (10)	497 (311)	23 (1)	68	7	4	7	4	7	4	6	8	6	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
США	116	38	62	31	7	23	14	6	6	9	5	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Швейцария	29	10	17	12	4	6	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Франция	16	5	3	8	1	9	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Япония	15	7	4	9	1	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Англия	13	8	7	6	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Италия	13	3	1	10	1	8	6	2	8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ПНР	11	1	7	4	4	8	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Греция	8	2	1	8	4	8	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ЧССР	8	3	1	7	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Индия	4	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ДРВ	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
СРР	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
КНДР	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Аргентина	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Австралия	по 1	по 1	по 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Норвегия																								
Канада																								
Швеция																								

сительными, так как в числе международных коллабораций от каждой страны содержится и вклад их партнеров из других стран. Абсолютными же являются цифры из 4-го столбца, а также следующие данные, полученные путем простых подсчетов: всего в СССР выполнено 565 работ (из них 68 - внутренними коллаборациями) и 23 - в сотрудничестве с организациями из других стран. Для западного научного мира (все страны, кроме СССР) эти цифры составляют 157 и 28 соответственно, причем учтены только коллаборации этих стран между собой (в том числе внутренние). Таким образом, общее число работ, выполненных по тематике ПИ в научных коллаборациях, равно 55.

Из табл.3 хорошо виден весомый вклад советских ученых в теоретические и экспериментальные исследования ПИ, которым принадлежит как приоритет в теоретическом предсказании эффекта и его экспериментальном обнаружении, так и значительная доля всех научных разработок в этой области (~ 76% от общего числа работ). Хорошо известно, что интенсивное развитие этой области физики высоких энергий во многом обусловлено вкладом ученых и специалистов Армении и, в особенности, сотрудников ЕрФМ - как теоретиков, так и экспериментаторов, работающих в тесном и взаимобогащающем контакте. Последнее проявилось и в том, что с самого начала исследований по рассматриваемой тематике теоретические и экспериментальные группы института действовали совместно и зачастую именно требования и устремления экспериментаторов становились стимулом для выполнения соответствующих теоретических расчетов.

Особое место ученых и специалистов Армении видно из табл.3.

В строке СССР в табл.3 в скобках указана доля АрмССР, т.е. республика участвовала в рассматриваемой тематике 10 научными организациями, представила 356 работ, (~ 45% от общего числа публикаций и ~ 60% от числа работ, выполненных в СССР) из них 44 выполнено совместно с другими организациями Советского Союза (в том числе 26 - внутри республики) и одна в сотрудничестве с США.

Одна из первых работ по ПИ выполнена в Армении в 1957 г., и с этого времени всестороннее и интенсивное исследование явления ПИ является традиционным для физиков республики. Особенно подчеркнем ведущую роль ЕрФМ в рассматриваемой тематике: здесь выполнены 284 работы, посвященные различным теоретическим и экспериментальным аспектам ПИ, в том числе ряд пионерских. Сотрудниками ЕрФМ в разные годы теоретически открыто и экспериментально наблюден РПИ, детально исследованы характеристики РПИ в регулярных и нерегулярных стопках пластин и в слоистых и пористых средах, произведен учет угла падения заряда и размытости границ раздела сред, рассмотрено ПИ в кристаллических структурах и выявлены динамические максимумы излучения, учтено влияние многократного рассеяния и поглощения на образование РПИ, созданы первые детекторы на основе РПИ, впервые установлены РПИ-детекторы в аппаратуре по излучению физики космических лучей. И в настоящее время исследования по ПИ занимают важное место в научных программах института. Сказанное выше хорошо иллюстрируется табл.4, в которой помещен почти полный список советских организаций, разрабатывающих тематику ПИ, и указан их количественный вклад.

Таблица 4

Список организаций - участниц СССР

№	Организации из СССР	Число работ
1.	Ереванский физический институт	284
2.	Физический институт АН СССР им. П. Н. Лебедева	80
3.	Армянский педагогический институт им. Х. Абовяна	28
4.	Объединенный институт ядерных исследований	26
5.	Московский государственный университет	22
6.	Институт радиофизики и электроники АН АрмССР	20
7.	Ленинградский электротехнический институт	20
8.	Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова	19
9.	Ереванский государственный университет	18
10.	Институт ядерных исследований АН СССР	16
11.	Московский инженерно-физический институт	16
12.	Белорусский государственный университет им. Ленина	11
13.	Ереванский политехнический институт	11
14.	Институт радиоэлектроники АН УССР	10
15.	Институт физических исследований АН АрмССР	9
16.	Московский радиотехнический институт АН СССР	9
17.	Харьковский физико-технический институт АН УССР	9
18.	Московский государственный педагогический институт	6
19.	НИИ физики конденсированных сред ЕрГУ	6
20.	НИИ ядерной физики МГУ	5
21.	Отдел теплотехники АН УзССР	4
22.	Институт прикладной физики АН СССР	3
23.	Институт теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау	3
24.	Ленинградский институт ядерной физики АН СССР	3
25.	Бюраканская астрофизическая обсерватория АН АрмССР	2
26.	Ленинградский физико-технический институт АН СССР	2
27.	Томский педагогический институт	2
28.	Физико-техническая лаборатория АН АрмССР	2
29.	Харьковский государственный университет	2
30.	Астраханский педагогический институт	1
31.	ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений	1

Таблица 4
(продолжение)

32.	Дагестанский педагогический институт	I
33.	Институт полупроводников АН СССР	I
34.	Институт радиоэлектроники СО АН СССР	I
35.	Институт теоретической и экспериментальной физики	I
36.	Институт физических проблем АН СССР	I
37.	Институт ядерной физики СО АН СССР	I
38.	Калужинский государственный университет	I
39.	Новосибирский педагогический институт	I
40.	Новосибирский государственный университет	I
41.	НИИ ядерной физики при ТПИ им. С. М. Кирова	I
42.	Тбилисский государственный университет	I
43.	Уральский государственный университет	I

Немало работ по ПИ выполнено и в США - 116. Как уже отмечалось, это, в основном, связано с активным участием экспериментальных групп в изучении свойств ПИ и применении РПИ-детекторов на ускорителях и в космическом пространстве (группы Л.Юаня, Д.Мюллера, Г.Йода, Р.Палмера и др.). Из США в тематике участвовало 38 организаций; только СССР представлена большим числом, вклад остальных стран заметно меньше. Табл.3 отражает также географическое распространение идей и методов ПИ. В эту деятельность в последние годы продолжают вступать все новые страны: Норвегия, Индия и др., что является показателем актуальности этой проблематики и вселяет уверенность в перспективность развития этой области физики высоких энергий.

Из табл.3 легко сделать следующие выводы: 1) подавляющее большинство работ в СССР выполнено вне коллабораций, а если учесть распределение и по числу соавторов (см. табл.2), то можно резюмировать: в одной организации и 1-2 авторами; 2) для стран западного мира характерно, что большинство работ, посвященных вообще ПИ, являются результатом совместной деятельности внутри страны или с другими странами: в Греции - все 8, в Швейцарии - 23 из 26, в Италии - 10 из 13 и т.д.; 3) наконец, относительно АрмССР можно заключить, что подавляющее большинство работ выполнено внутри республики, что, вероятно, связано как с высоким уровнем армянской теоретической школы по ПИ, так и с имеющейся для экспериментаторов возможностью проводить исследования на месте, в частности, на ускорителе АРУС и в центре по изучению космических лучей (высокогорная станция "Арагац").

Нам кажется интересным обратить внимание на некоторые харак-

Таблица 5
Распределение числа публикаций по изданиям

Название издания	Количество работ (≥ 4)
Известия АН АрмССР, Физика (до 1966 г. - Известия АН АрмССР, серия физ.-мат.наук)	107
Журнал экспериментальной и теоретической физики	86
Препринты Ереванского физического института	56
Труды I симпозиума по переходному излучению	40
Известия вузов, серия "Радиофизика"	37
Труды различных конференций	34
Доклады АН АрмССР	23
Журнал технической физики	20
Успехи физических наук	18
Ядерная физика	16
Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики	16
Известия АН СССР. Серия физическая	13
Труды физического института АН СССР	12
Радиотехника и электроника	8
Вестник Московского университета, серия "Физика"	5
Доклады АН СССР	5
Оптика и спектроскопия	5
Астрофизика	5
Краткие сообщения по физике физического института АН	4
Физика твердого тела	4
Письма в Журнал технической физики	4
Nuclear Instruments & Methods	39
Physical Review	35
Physics Letters	21
Physical Review Letters	18
Zeitschrift fur Physik	8
Journal of Applied Physics	6
Institute of Electrical & Electronics Engineering (IEEE) Transactions of Nuclear Science	5
Astrophysical Journal	4

теристики публикаций по ПИ, связанные с местом опубликования и количеством ссылок. Распределение работ по основным научным журналам (в таблицу включены только издания, в которых за все годы имелось не менее 4 публикаций по ПИ) приведено в табл.5, откуда следует, что наибольшее количество статей по рассматриваемой тематике опубликовано в журнале Известия АН АрмССР серия: Физика (107). Это указывает на особый авторитет республиканского издания, ставшего ведущим научным органом по ПИ. Далее по наибольшему количеству работ среди ядра журналов следует ЖЭТФ (Журнал экспериментальной и теоретической физики) - 86 публикаций. Этот факт является характерным, если учесть ведущую роль этого центрального общепфизического издания и его направленность: публиковать, в основном, пионерские статьи и серьезные исследования по самым актуальным и интересным проблемам физической науки. Большое количество препринтов ЕрФИ также является отражением интереса к этой тематике в институте.

По наибольшему количеству публикаций в зарубежных изданиях также выделяются наиболее авторитетные научные журналы - Nuclear Instr. & Methods, Physical Review, Physical Letters. Здесь необходимо учесть, однако, что в указанных изданиях публикуются также советские ученые и специалисты.

В табл.6 приведены данные по числу ссылок на литературу (количество цитированных работ) в публикациях по ПИ как в СССР, так и за рубежом. Любопытно, что список литературы в статьях по ПИ чаще всего содержит 4-7 наименований (по крайней мере, в подавляющем большинстве работ цитируются от 3 до 9 статей), что, на наш взгляд, выражает общую тенденцию для оригинальных

научных работ. Публикации с числом ссылок 25-30 и более, естественно, относятся к обзорам.

3. Заключительные замечания

В настоящей статье сделана попытка систематизации и обобщения некоторых результатов, полученных на основе материалов публикаций по ПИ заряженных частиц. Разумеется, изучая закономерности развития любой области научных исследований, а тем более активно разрабатываемой и сейчас, трудно делать обоснованные выводы, пригодные для всех случаев. В данной статье мы стремились выявить только некоторые объективные тенденции, присущие современной физике ПИ, указать на своевременность и эффективность подобных науковедческих исследований и подчеркнуть особый путь развития тематики ПИ.

Авторы надеются, что приведенные выше результаты наукометрического анализа, наряду с самим сборником "Библиографии...", окажутся полезными для специалистов, в том числе занимающихся исследованиями в области ПИ.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить глубокую признательность Г.М.Гарибяну, А.Ц.Аматуни за поддержку и стимулирование выполнения настоящей работы, а также Ян-Ши за научные консультации.

Рукопись поступила 27-го июля 1983г.

Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 279

ВФ-04506

Тираж 270

Препринт ЕФИ

Формат издания 60x84/6

Подписано к печати 8/IX-83г. 1,5 уч. изд. л. Ц. 20 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института Ереван 36, Маркаряна, 2.