

## НАУЧНО-ШКОЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАДИОФИЗИКИ

### SCIENTIFIC-SCHOOL'S APPROACH TO THE HISTORY OF NATIVE RADIOPHYSICS

V. Kudryavtsev

#### Annotation

The topicality of studying history of radiophysics is discussed. The advisability of usage the scientific-school's approach to research history of native radiophysics is considered. The periodization of origin and development of radiophysics, parameters of radiophysical scientific school are given. It's shown that the evolution of radiophysics in our country is conditioned by the activity of scientific schools.

**Keywords:** radiophysics, Nobel prizes in radiophysics, history of radiophysics, scientific schools, scientific-school's approach.

**Кудрявцев Василий Владимирович**  
К.п.н., ст. вед. редактор,  
Объединенная издательская группа  
"Дрофа-Вентана", г. Москва

#### Аннотация

Обсуждается актуальность изучения истории радиофизики. Рассмотрена целесообразность применения научно-школьного подхода к изучению истории отечественной радиофизики. Приведены периодизация этапов зарождения и развития радиофизики, параметры радиофизической школы. Показано, что эволюция радиофизики в нашей стране обусловлена деятельностью научных школ.

#### Ключевые слова:

Радиофизика, Нобелевские премии по радиофизике, история радиофизики, научные школы, научно-школьный подход.

### Радиофизика

– раздел физики, в котором изучаются общие закономерности генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также их применение в фундаментальных и прикладных работах [1].

*Радиофизические методы широко используют при исследовании различных явлений и процессов:*

- ◆ в астрофизике (изучение космических объектов путем анализа приходящего от них радиоизлучения);
- ◆ в планетологии (радиолокация планет и их спутников);
- ◆ в дистанционном мониторинге поверхности Земли и акваторий Мирового океана (исследование природных сред по собственному и отраженному радиоизлучению);
- ◆ в метеорологии (контроль за озоновым слоем Земли, облачными и грозowymi фронтами и осадками);
- ◆ в спутниковой связи и мобильной телефонии;
- ◆ в медицине (ЯМР-томография) и др.

Благодаря появлению таких радиофизических направлений исследований как радиоспектроскопия, статистическая радиофизика, квантовая радиофизика, радиоастрономия был осуществлен революционный прорыв во многих областях современной науки и техники. Радиофизика является одним из бурно развивающихся

направлений современной фундаментальной науки. В этой области физики сделаны выдающиеся открытия, отмеченные Нобелевскими премиями. К ним, в частности, следует отнести:

- ◆ работы по созданию беспроводной телеграфии (К.Ф. Браун, Г. Маркони, 1909 г.);
- ◆ открытие и исследование ядерного магнитного резонанса (Ф. Блох, Э. Перселл, 1952 г.);
- ◆ исследования полупроводников и открытие транзисторного эффекта (У. Шокли, Дж. Бардин, У. Браттейн, 1956 г.);
- ◆ разработка метода апертурного синтеза и обнаружение пульсаров (М. Райл, Э. Хьюиш, 1974 г.);
- ◆ открытие двойного пульсара (Р. Халсе, Дж. Тейлор-мл., 1993 г.).

Отметим, что отечественные ученые внесли весомый вклад в становление и развитие радиофизической науки. Благодаря их работам, были разработаны: целостная теория нелинейных колебаний, теория автоколебаний, теория автоматического регулирования. В конечном счете, это позволило сформировать математический аппарат радиофизики и успешно применить ее методы к изучению технических устройств и колебательных систем различной физической природы.

Несмотря на высокий научный, технический и социокультурный статусы, история радиофизики исследована явно недостаточно. Анализ историко-научной литерату-

ры показывает, что комплексное рассмотрение эволюции этой науки до сих пор не проводилось.

Вопросы истории радиофизики можно изучать сквозь призму Нобелевских премий, присужденных за достижения в этой области. Анализ тематики Нобелевских премий в области радиофизики позволяет определить магистральные направления ее исследований и сфокусировать внимание на истории их развития вплоть до настоящего времени [2].

Историю радиофизики можно также представить как историю ключевых радиофизических экспериментов. Кроме того, можно исследовать научные биографии творцов радиофизики и, используя полученный историко-биографический материал, реконструировать исторические этапы развития этой науки. Однако, учитывая специфику предмета и характерные особенности радиофизики, к ее истории, на наш взгляд, следует применять комплексный подход. Одним из них может стать исследование деятельности научных школ в радиофизике, в первую очередь, отечественной.

#### Научная школа

– форма исследовательской деятельности, позволяющая объединить группу единомышленников под руководством авторитетного лидера и сконцентрировать ее усилия на решении определенной научной проблемы. При этом обеспечиваются преемственность поколений, высокий уровень теоретических и прикладных разработок, формируется определенный стиль работы участников школы, закладываются научные традиции.

*Целесообразность применения научно-школьного подхода к истории отечественной радиофизики обусловлена рядом причин.*

*Во-первых*, в прошлом столетии наука (в том числе радиофизика) в значительной степени стала коллективным предприятием, а научная школа оказалась одной из его наиболее эффективных форм. Научная школа особенно характерна для организации советской науки [3], что подтверждается фактическим материалом по истории отечественной радиофизики. Ее формирование и развитие обусловлены деятельностью научных школ, возглавляемых выдающимися учеными: И.Г. Фрейманом, М.В. Шулейкиным, В.К. Аркадьевым, Б.А. Введенским, Л.И. Мандельштамом, Н.Д. Папалекси, А.А. Андроновым, Г.С. Гореликом, С.Э. Хайкиным и др.

*Во-вторых*, с помощью научно-школьного подхода можно получить панорамную картину развития отечественной радиофизики в различных контекстах ("измерениях"): научно-содержательном, социокультурном, научно-коммуникативном и личностно-психологическом [4].

При этом можно более детально исследовать сам феномен научной школы, собрать и систематизировать историко-научный материал об ученых-радиофизиках и их научных школах. Используя научно-школьный подход, можно описать не только результаты, полученные научной школой, но и обнаружить тенденции развития определенного научного направления в радиофизике.

*В-третьих*, обращение к вопросам истории радиофизики актуально в связи с преподаванием данной науки в вузах и учреждениях среднего профессионального образования. Для студентов и аспирантов, обучающихся по радиофизическому профилю, представляет значительный интерес изучение истории развития радиофизики, научного наследия ученых-радиофизиков, современных радиофизических проблем, деятельности научных школ в этой области. Материал по истории радиофизики удачно дополняет теоретический курс радиофизики, предоставляя студентам возможность расширить свои знания в области истории этой науки, раскрыть межпредметные связи и методологические аспекты радиофизики [5].

Проведенное исследование было направлено на реконструкцию этапов зарождения и развития отечественной радиофизики в русле научных школ. Прежде всего, были разработаны *параметры* (табл. 1.), по которым можно идентифицировать радиофизические школы, а также предложена периодизация исторических этапов развития этой научной дисциплины.

*Прокомментируем ряд положений.*

*Во-первых*, необходимо понимать, что в научно-содержательное измерение научной школы входят, фактически, два измерения – научно-теоретическое и научно-практическое. Это особенно характерно для радиофизики, так как она обладает существенной прикладной направленностью. Как уже отмечалось, радиофизические методы и устройства широко используются в различных сферах нашей жизни, науки и техники. По этой причине значительное внимание следует уделить практическим приложениям радиофизических знаний, полученных научной школой. В частности, важно подчеркнуть актуальность радиофизических разработок для военно-промышленного комплекса. Например, они оказываются востребованными у специалистов, занимающихся проектированием и созданием радиолокационных станций.

*Во-вторых*, в структуру научно-содержательного измерения входят исследовательская программа и тематика исследований. Прежде всего, выясним, чем различаются данные понятия. На наш взгляд, тематика исследований охватывает весь спектр теоретических и практических работ, выполняемых руководителем научной школы и его учениками, и определяется их научными интересами.

Таблица 1.

Параметры научной школы в отечественной радиофизике.

| Измерения научной школы   | Параметры научной школы  |
|---------------------------|--|
| Научно-содержательное     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоретические и практические результаты, полученные научной школой.</li> <li>2. Исследовательская программа (или исследовательские программы).</li> <li>3. Тематика исследований научной школы.</li> <li>4. Написание монографий, обобщающих теоретические и практические результаты.</li> <li>5. Внедрение разработок в различные технологии, военно-промышленный комплекс</li> </ol> |
| Научно-организационное    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Институциональное оформление (место локализации) научной школы.</li> <li>2. Наиболее активный период деятельности научной школы.</li> <li>3. Радиофизические центры, выросшие на основе научной школы</li> </ol>   |
| Научно-образовательное    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие лидера (руководителя) научной школы.</li> <li>2. Коммуникативное ядро научной школы.</li> <li>3. Чтение лекций и проведение семинаров участниками научной школы.</li> <li>4. Формирование кадрового состава (представителей) научной школы.</li> <li>5. Написание учебных курсов и пособий для студентов</li> </ol>  |
| Личностно-психологическое | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Взаимодействие руководителя научной школы и его учеников.</li> <li>2. Стиль руководства в научной школе</li> </ol>   |
| Социокультурное           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Взаимодействие с другими научными школами.</li> <li>2. Взаимоотношения научной школы и государства, оценка ее деятельности обществом</li> </ol>  |

#### Исследовательская программа

– магистральное направление (или магистральные направления в случае супершколы) исследований, проводимых научной школы. Представители научной школы могут иметь разные профессиональные интересы, что определяют широту их тематики исследований и научно-го кругозора. Однако, оставаясь в рамках научной школы, они, прежде всего, работают по предложенной руководителем исследовательской программе.

*В-третьих*, анализ фактического материала по истории отечественной физики позволяет выделить три типа научных школ: теоретические, экспериментальные (в том числе, инженерные и инструментальные), смешанные. В связи с этим исследовательская программа может носить научно-теоретический и/или научно-практический характер.

*В-четвертых*, в научно-организационном измерении следует отметить роль научных школ в формировании современных радиофизических центров. Научные школы являются своеобразными центрами кристаллизации будущих научных коллективов вузов, НИИ. Другими словами, со смертью руководителя научной школы она не всегда прекращает свою деятельность. Именно поэтому часто достаточно трудно определить "жизненный цикл" той или иной научной школы. В связи с этим целесообразно указывать наиболее активный период ее деятельности.

*В-пятых*, формирование и деятельность научных школ на высококачественной институциональной базе с достаточно развитой инфраструктурой (прежде всего по подготовке кадров) может происходить и при отсутствии единого лидера (например, научная школа в области теории строения атомного ядра в НИИЯФ МГУ), но обязательно с участием значительного числа быстро растущих специалистов соответствующего профиля. Кроме того может существовать такая ситуация как лидеры без школ или почти без школ. В этом случае выдающиеся ученые работают индивидуально и либо вообще не имеют учеников, либо сравнительно немного учеников, которые не охвачены единой исследовательской программой. Подобные примеры приводят В.П. Визгин и А.В. Кессених в исследованиях, посвященных развитию гравитации, теоретической астрофизики и космологии [6]. Речь, прежде всего, идет о таких лидерах отечественной науки как В.А. Фок, Я.И. Френкель.

*В-шестых*, коллектив ученых-радиофизиков можно считать научно-школьным объединением при условии, что в их деятельности представлены указанные "измерения". Только в этом случае к ним можно применить приведенные в табл. 1 параметры. Тем самым, у историка науки появляется возможность идентифицировать научные школы в радиофизике. Кроме того, предполагаемый научно-школьный коллектив может оказаться "квазишколой", т. е. группой ученых, близкой к научно-школьной организации, но не удовлетворяющей всем ее параметрам.

*Анализ историко–научной литературы позволил разработать периодизацию этапов развития радиофизики. В ее истории можно выделить шесть этапов.*

- ◆ Этап I. Формирование теоретических и экспериментальных предпосылок для создания теории электромагнитного поля (с 1820 по 1857 гг.).

- ◆ Этап II. Разработка теории электромагнитного поля (с 1857 по 1865 гг.).

- ◆ Этап III. Развитие теории электромагнитного поля. Открытие и исследование электромагнитных волн (с 1865 по 1895 гг.).

- ◆ Этап IV. Формирование и развитие искровой радиотехники, радиотехники незатухающих колебаний и вакуумной электроники (с 1895 гг. по 1930 гг.).

- ◆ Этап V. Формирование радиофизики как науки (с 1930 по 1940–е гг.).

- ◆ Этап VI. Дифференциация радиофизической науки и экспансия ее методов в различные области науки и техники (с 1940–е гг. по настоящее время).

*Во многом благодаря успешному функционированию научных школ в нашей стране произошло превращение радиофизики в самостоятельное научное направление, обладающее собственным предметом и методами исследования. Доказательство этого тезиса – основная цель проведенного историко–научного исследования.*

*Благодаря работам радиофизических школ, были заложены экспериментальные и теоретические основы для формирования этой науки:*

- ◆ разработан научно–инженерный подход к конструированию различных радиотехнических систем (школы И.Г. Фреймана и М.В. Шулейкина);

- ◆ созданы методы проектирования и конструирования мощных радиовещательных станций, радиоэлектронных систем для ускорителей заряженных частиц и РЛС (школа А.Л. Минца);

- ◆ изучены электромагнитные процессы в веществе с точки зрения теории электромагнитного поля Дж.К. Максвелла и применены ее представления к ферромагнитным металлам (школа В.К. Аркадьева);

- ◆ обоснованы экспериментально и теоретически особенности распространения УКВ (школа Б.А. Введенского).

При этом научные коллективы А.Л. Минца и Б.А. Введенского способствовали не только зарождению, но и развитию радиофизики, так как их исследовательские программы хронологически охватывают IV, V и VI этапы в периодизации радиофизической науки.

Благодаря деятельности указанных школ, в 1930–1940–х гг. радиофизика сформировалась как самостоятельная научная дисциплина. В этот период ведущую роль играла научная школа Л.И. Мандельштама – Н.Д. Папалекси. Работы, выполненные ее представителями,

позволили определить предмет радиофизики, разработать ее важнейшие методы, терминологию и методологию исследований в этой области, сформировать "нелинейную колебательную культуру". В совокупности это привело к получению выдающихся достижений в радиофизике, теории нелинейных колебаний, теории автоматического регулирования, оптике, акустике и других направлениях науки и техники.

Исследовательская программа научной школы Л.И. Мандельштама – Н.Д. Папалекси оказалась очень эффективной. Это подтверждается тем, что их ученики успешно продолжили исследования в рамках данной программы, а также достигли впечатляющих результатов в новых научных направлениях.

*Некоторые из последователей Л.И. Мандельштама и Н.Д. Папалекси стали организаторами собственных научных школ. Их работы привели:*

- ◆ к усовершенствованию теории нелинейных колебаний, применению ее методов к различным вопросам радиофизики и теории автоматического регулирования (школа А.А. Андропова);

- ◆ к использованию вопросов науки и техники, исследованию свойств вещества и излучения его радиофизическими методами (школа Г.С. Горелика);

- ◆ к разработке теории автоколебаний и применению ее методов к решению радиофизических проблем (исследования С.Э. Хайкина);

- ◆ к созданию и проведению семинаров по статистической радиофизике, тематика которых была посвящена актуальным проблемам этой науки (руководитель семинара С.М. Рытов).

Отметим, что С.Э. Хайкин и Ю.Б. Кобзарев в начале своей научной биографии выполнили ряд важных работ в области радиотехники и теории нелинейных колебаний. Впоследствии коллектив ученых под руководством Ю.Б. Кобзарева провели основополагающие исследования по созданию и развитию импульсной радиолокации, принципов построения когерентно–импульсной радиолокационной техники. Деятельность научной школы С.Э. Хайкина связана с разработкой методов и инструментальной базы экспериментальной радиоастрономии.

В историко–научной работе были описаны десять научных школ в отечественной радиофизике. При этом было показано, что история практически всех исследовательских программ данных школ пришлась на IV и V этапы развития радиофизики (табл.2.).

Таким образом, *зарождение и формирование радиофизики в нашей стране инициировано научными школами.*

Таблица 2.

Исследовательские программы научных школ в отечественной радиофизике.

| Название научной школы   | Исследовательская программа, годы |
|--|-----------------------------------|
| Научная школа И.Г. Фреймана в области инженерной радиотехники  | 1917-1935                         |
| Научная школа М.В. Шулейкин в области инженерной радиотехники, теории и практики распространения радиоволн     | 1913-1938                         |
| Научные школы А.Л. Минца в области техники мощных радиовещательных станций и ускорительной техники             | 1921-1943; 1946-1970              |
| Научная школа В.К. Аркадьева (лаборатория электромагнетизма им. Дж.К. Максвелла)                               | 1919-1939                         |
| Научная школа Б.А. Введенского по исследованию распространения УКВ   | 1923-1969                         |
| Научная школа Л.И. Мандельштама - Н.Д. Папалекси в области в области теории нелинейных колебаний и радиофизики | 1924-1947                         |
| Научная школа А.А. Андропова в области теории нелинейных колебаний и теории автоматического регулирования      | 1929-1952                         |
| Научная школа Г.С. Горелика в области теории нелинейных колебаний и статистической радиофизики                 | 1938-1956                         |
| Ю.Б. Кобзарев и научная школа в области радиолокации   | 1945-1992                         |
| С.Э. Хайкин и его научная школа в области экспериментальной радиоастрономии                                    | 1945-1967                         |

Рассмотрев деятельность научных коллективов А.Л. Минца (в области создания РЛС дальнего действия), Ю.Б. Кобзарева и С.Э. Хайкина, мы пришли к следующему выводу: дальнейшая эволюция радиофизической науки происходила в рамках ее магистральных направлений.

*Кроме того, в исследовании были рассмотрены четыре радиофизических центра, история которых берет свое начало с описанных ранее научных школ:*

- ♦ современная кафедра колебаний физики МГУ и Нижегородская радиофизическая школа унаследовали и продолжили традиции научной школы Л.И. Мандельшта-

ма – Н.Д. Папалекси;

- ♦ у истоков Харьковской радиофизической школы стоял Д.А. Рожанский и его научный коллектив;

- ♦ с научной школой Н.Н. Малова (ученика В.К. Аркадьева, который, в свою очередь, был представителем научной школы П.Н. Лебедева) связано основание и развитие радиофизической школы МПГУ.

Резюмируя, отметим, что впервые в историко-научной литературе проведено исследование истории зарождения и развития отечественной радиофизики в контексте научных школ в период с 1913 по 1992 гг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Паспорт научной специальности 01.04.03 – "Радиофизика" (<http://vak.ed.gov.ru/316>).
2. Кудрявцев В.В., Ильин В.А. История радиофизики в контексте Нобелевской премии // История науки и техники. – 2009. – № 10. – С. 8–25.
3. Храмов Ю.А. Научные школы в физике. – Киев: Наукова думка, 1987.
4. Визгин В.П., Кессених А.В. Научно-школьный подход к истории отечественной физики // История науки и техники. – 2016. – № 1. – С. 3–23.
5. Ильин В.А., Кудрявцев В.В. История радиофизики. Модульный курс для магистров: учебное пособие. – М.: Изд-во МПГУ, 2017. – 320 с.
6. Исследования по истории физики и механики. 2014–2015. Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН / Отв. ред. Вл.П. Визгин. – М.: Янус-К, 2016. – 508 с.