

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

**ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ЧИКОЛЕВ И ЕГО ОПТИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

(К пятидесятилетию со дня смерти)

В. Л. Ченакал

Имена и работы ряда первоклассных русских учёных, живших и творивших много лет тому назад, остались незаслуженно забытыми дореволюционной историей отечественной науки и впервые становятся широко известны только в наше, советское время, когда изучение прошлого нашего народа, его науки и культуры приняло подобающий размах. В числе их оказался и талантливый русский физик второй половины XIX в. Владимир Николаевич Чиколев, пятидесятилетие со дня смерти которого исполнилось 22 февраля текущего года.

Основными вопросами, занимавшими Чиколева на протяжении многих лет, были электричество и оптика. Ни одна из этих областей его научной деятельности в русской дореволюционной литературе не освещалась.

Только в последние годы в советской печати получили некоторое освещение работы Чиколева в области электричества*); оптические же его исследования, кратко изложению которых посвящена настоящая статья, попрежнему остаются малоизвестными.

*) Специально работам Чиколева в области электричества посвящены следующие статьи: Аноним. Русский электротехник В. Н. Чиколев. Электрификация и электромонтер, № 2, стр. 23—24, 1930; М. И. Радовский. Пионер русской электротехники В. Н. Чиколев. Электричество № 12, стр. 1—5, 1938; Н. А. Шостьин. Владимир Николаевич Чиколев. Электричество, № 8, стр. 7—12, 1945; И. Д. Артамонов. В. Н. Чиколев — военный электротехник. Электричество, № 8, стр. 13—16, 1945; И. И. Рудометов. Русские электротехники. М. — Л., 1947, стр. 72—80; В. В. Данилевский. Русская техника. Л., 1947, стр. 345, 355, 361—362, 365, 368. Изложение электротехнических работ Чиколева можно найти также в литературе, посвящённой другим русским учёным-электрикам того времени, например, у П. П. Забаринского. Яблочков, М., 1938, и в других подобных работах.

Для того чтобы понять, что привело Чиколева к занятиям вопросами прикладной оптики и что служило ему основным стимулом во всех этих работах, следует в нескольких словах остановиться на его жизнеописании.

Родился Чиколев 23 июля 1845 г. в бедной семье, в селе Пески Смоленской губернии. Лишившись в раннем детстве родителей, он



был отдан в Александровский кадетский корпус в Москве, который и окончил в 1863 г. Военная служба мало интересовала живой и пытливый ум Чиколева. Ещё в стенах училища он глубоко заинтересовался естественными науками и, в частности, входившим тогда в большую «моду» электричеством. Интерес его к этой области знаний с каждым годом возрастал всё больше и больше и привёл, в конце концов, к тому, что по окончании училища он отказался от предстоявшей ему военной карьеры и поступил в Московский университет на физико-математический факультет.

Тяжёлое материальное положение и вытекавшая из этого постоянная забота о заработке не позволили ему полностью посвятить себя изучению любимых наук. Поступил он в университет лишь вольнослушателем, чтобы одновременно с учением иметь время и для работы, являвшейся для него основным источником существования. Несмотря на это, учился Чиколев в университете весьма успешно.

Сразу же после окончания университета, в 1867 г. он был приглашён на работу в Петровско-Разумовскую (ныне Тимирязевскую) сельскохозяйственную академию в качестве ассистента профессора физики Цветкова.

Прослужив около года в этой должности, Чиколев решил готовиться к магистерским экзаменам. Однако сделать учёную карьеру ему не удалось. Постоянные материальные затруднения вынудили его вновь искать работу, которая давала бы ему одновременно и надёжный заработок, и возможность удовлетворять свои потребности в любимой научной работе.

Проработав некоторое время в физической лаборатории Московского Технического Общества, где им велись исследования главным образом в области практического применения электричества в различных областях техники, а затем в ряде других подобных же лабораторий, он в 1876 г. переселился в Петербург и поступил на работу в Главное Артиллерийское Управление, сначала в качестве делопроизводителя Артиллерийского Комитета по электротехническому отделу, а затем — главного электротехника этого Управления, где и продолжал работать до самой своей смерти.

Умер Чиколев 22 февраля 1898 г., после продолжительной болезни, явившейся следствием травмы, полученной им при железнодорожном крушении в 1896 г.

Одновременно с большой исследовательской работой во многих московских и петербургских лабораториях многое сделал Чиколев и для организации русской научной общественности и популяризации научных знаний среди русского народа.

Находясь в Москве, он принимал деятельное участие в работе Московского Технического Общества и Физического отделения Общества любителей естествознания, в устройстве Московской политехнической выставки 1872 г., в организации весьма деятельного в своё время Московского кружка физиков и электриков. Часто им читались в зале Политехнического музея публичные лекции на различные научные и технические темы.

Ещё более активизировалась эта его деятельность в Петербурге. Здесь в 1879 г. при Русском Техническом Обществе при его ближайшем участии было учреждено шестое Электротехническое отделение. Вскоре после учреждения этого отделения, последним, опять-таки при ближайшем участии Чиколева, в Петербурге была открыта Электротехническая выставка, явившаяся первой подобного типа выставкой во всём мире.

С 1880 г. Чиколевым было начато издание журнала «Электричество», который, как известно, издаётся и до сих пор. Дважды — в 1880 и в 1890 г. Чиколев сам был редактором этого журнала.

Весьма частыми в Петербурге, как и в Москве, были выступления Чиколева с публичными лекциями для народа.

Научная работа Чиколева над различными физическими проблемами началась ещё в период его работы в физическом кабинете Петровско-Разумовской академии, т. е. в 1869 г.

Первой большой его работой, начатой им ещё в указанной академии и продолжавшейся вплоть до 1874 г., была работа над так называемой дифференциальной дуговой лампой.

Широко практиковавшееся, до появления ламп накаливания, электрическое освещение дуговыми лампами имело тот существенный недостаток, что угольные электроды таких ламп требовали, для непрерывного горения, постоянного их сближения, т. е. регулирования расстояния между их сгорающими концами; надёжных же способов этого регулирования не имелось. Существовало много регуляторов, основанных на использовании пружин, часовых механизмов и прочих устройств, но ни один из них не удовлетворял требованиям. Не разработан был также и вопрос о возможности включения в одну электрическую цепь одновременно нескольких ламп с такими регуляторами.

Исходя из стремления устранить все эти недостатки дуговых ламп, Чиколев, после продолжительных теоретических и экспериментальных изысканий, предложил свой дифференциальный метод регулирования расстояния между углями дуговой лампы, позволявший одновременно надёжно регулировать сближение углей и включать в цепь любое желаемое число ламп. Дифференциальная лампа Чиколева очень быстро нашла себе широкое применение в электроосветительной технике во всех европейских странах и вытеснила почти все существовавшие до неё устройства, предназначавшиеся для этих же целей. В 1873 г., руководствуясь опубликованным Чиколевым описанием дифференциальной лампы, такие лампы начала строить фирма Сименса. Несколькою годами позже чиколевские лампы стали производить и другие иностранные фирмы. В 1888 г. фирма Шуккерта в Германии, воспользовавшись тем, что Чиколев не взял привилегии на эту свою лампу, запатентовала её от своего имени и стала производить её в больших количествах.

Примерно в эти же годы Чиколев ввёл ряд важных усовершенствований в конструкции электродвигателя и гальванического элемента.

Деятельное участие принимал Чиколев и в работах известных русских исследователей в области изыскания новых источников света — Александра Николаевича Лодыгина и Павла Николаевича Яблочкова.

Благодаря этим работам Чиколев очень быстро приобрёл мировую известность как исключительно одарённый исследователь в области физики и, главным образом, электричества. Многие иностранные электротехнические фирмы неоднократно предлагали ему хорошие высокооплачиваемые должности, но он, как русский человек, любящий свою родину, свой народ и его науку, на все эти предложения отвечал отказом.

Особенно активной стала научная деятельность Чиколева после перехода его на службу в Главное Артиллерийское Управление.

Первое время, как и в московский период своей жизни, он занимался здесь вопросами, связанными с практическим использованием электричества в военном деле. Некоторое время спустя он включил в число своих исследований и оптику.

Одним из основных вопросов, занимавших русскую военную технику в те годы, был вопрос о введении в русской армии и военноморском флоте электрических прожекторов.

Будучи инструментом, содержащим в себе одновременно и элементы электричества и элементы оптики, прожектор явился тем объектом, вокруг которого в дальнейшем сосредоточивались все, как электротехнические, так и оптические исследования Чиколева.

Первой крупной работой Чиколева, относящейся к оптике прожектора, было выполненное им, вскоре же после его поступления на службу в Главное Артиллерийское Управление, исследование основных свойств прожекторов, с целью установления общих законов освещения на далёкие расстояния.

Несколько летних месяцев 1876 г. провёл он в Усть-Ижорском военном лагере, вблизи Петербурга, где почти каждую ночь испытывал осветительную способность существовавших в те годы систем прожекторов. В результате этой работы он экспериментально установил зависимость между силой света прожектора, яркостью его источника света и диаметром отражателя, нашёл наиболее удобный способ расчёта освещённости, создаваемой прожектором, находящимся на различных расстояниях от освещаемого предмета, нашёл условия наиболее выгодного наблюдения предметов, лежащих в луче прожектора, и т. д., т. е. установил почти все основные законы освещения удалённых предметов с помощью прожекторов. Все эти данные, исключительно важные для правильной эксплуатации прожекторов, до Чиколева оставались неизвестными.

Исключительно интересным разделом этих чиколевских работ были разработанные им способы маскировки действующих прожекторов от неприятеля во время боя и способы определения с помощью прожекторов расстояний до освещаемых предметов. Можно указать, что некоторые из предложенных им способов маскировки прожекторов с успехом используются в военном деле и до наших дней.

До указанных работ Чиколёва почти все светотехники мира стремились строить прожекторы по возможности большой мощности и больших размеров.

Обратив своё внимание на источники света прожекторов, т. е. их дуговые лампы, Чиколёв нашёл, что, «при увеличении силы тока далее известных пределов, сила света, испускаемая единицей светящейся поверхности электрической дуги, почти не увеличивается, а возрастает только светящаяся поверхность, т. е. не интенсивность, а количество световых лучей, от удлинения и расширения электрической дуги», что вследствие этого обстоятельства «напряжённость освещения поверхностей, при освещении их с содействием оптических конденсаторов, возрастает очень незначительно, а только увеличивается освещаемая площадь». Из всего этого он сделал вывод, что «два (или более) источника света, известной силы каждый, действуя на одну и ту же площадь, осветят её сильнее, чем один источник двойной силы». Как только эти его работы стали известными, а они были опубликованы своевременно, тенденция создания сверхмощных прожекторов была оставлена, и почти во всех странах стали строить прожекторы только средних и малых размеров.

Вслед за этими исследованиями, Чиколёв выполнил большую работу по усовершенствованию дуговой лампы прожектора. После многочисленных экспериментов он, в феврале 1877 г., установил, что если вертикально стоящие уголки дуги расположить не на одной оси, как это обычно делалось в те годы, а так, чтобы ось нижнего, отрицательного, угля была смещена в сторону отражателя прожектора на половину радиуса угля, то по обгорании углей кратер верхнего, положительного, угля будет иметь наклонное положение в сторону оси нижнего угля и сила света, вследствие этого, в соответствующем направлении будет вдвое больше той, которая была бы по этому направлению при совпадении осей обоих углей.

В июле того же, 1877 г., правильность выводов Чиколёва о целесообразности такого расположения углей дуговой лампы была проверена в Англии специальной комиссией, с участием в последней известного английского физика Джона Тиндаля. Эта комиссия, несколько изменив предложенное Чиколёвым расположение углей (сместив ось нижнего угля на полный радиус верхнего), также нашла, что «если выразить через цифру 100 силу света по всем горизонтальным направлениям, при нормальном положении осей углей (их совпадении), то по отклонении оси нижнего угля на всю длину радиуса верхнего угля распределение силы света в горизонтальной плоскости изменится в виде следующих цифр: в сторону отклонения нижнего угля — 287, в противоположную сторону — 38, по двум боковым направлениям — по 116». После опубликования работ этой комиссии в выгодах предложенного Чиколёвым способа установки углей в дуговой прожекторной лампе никто уже больше не сомне-

вался, и использование его получило повсеместное распространение.

Исключительно ценной стороной стиля исследовательских работ Чиколева было то что все они проводились им не столько в стенах лаборатории, сколько непосредственно в поле, в естественных условиях эксплуатации прожекторов. Это позволяло ему проверять и совершенствовать каждую из своих идей сразу же после её возникновения, не прибегая к различного рода предположениям и допущениям.

Весной 1877 г., т. е. всего лишь несколько месяцев спустя после указанной выше работы в Усть-Ижорском лагере, он вновь производит аналогичную работу в другом военном лагере под Петербургом. Спустя шесть лет, т. е. в 1883 г., за таким же занятием он проводит почти всё лето на Главном артиллерийском полигоне в Ржевке и т. д. Первая из этих работ, т. е. работа 1877 г., была посвящена изучению «осветительной способности прожекторов в зависимости от расстояния до освещаемых предметов», вторая, т. е. работа 1883 г., — изучению зависимости между «осветительной способностью и прозрачностью атмосферы», между «осветительной способностью и цветом окраски наблюдаемых предметов», нахождению наиболее выгодных условий наблюдения предметов, лежащих в луче прожектора, и т. д. Эти работы, как и предыдущие, дали много нового и интересного технике прожекторного освещения и светотехнике вообще.

Одной из наиболее интересных работ Чиколева в области совершенствования прожекторов, работ, сыгравших исключительно важную роль в деле дальнейшего улучшения качества этих инструментов, явилась предложенная им в 1884 г. конструкция нового прожекторного отражателя.

Основным недостатком всех строившихся до Чиколева прожекторов было весьма низкое качество их основной части — концентрирующего световой поток зеркального отражателя. Во всех странах прожекторы строились лишь с весьма низкого качества сферическими отражателями, хотя недостатки последних для этих целей и были хорошо известны. Издавна было известно, что идеальными прожекторными отражателями могут быть лишь параболические зеркала. Однако изготавливать такие зеркала требуемой точности никто не умел.

В 1876 г., т. е. в год начала занятий Чиколева прожекторной оптикой, французский сапёрный офицер А. Манжен предложил также сферический, но особой конструкции, зеркальный отражатель, который не имел всех присущих обычным сферическим отражателям недостатков и даже как будто бы превосходил первые параболические отражатели. Благодаря указанным преимуществам манженковский отражатель буквально в несколько лет приобрёл всеобщее признание, а вместе с этим и широкое распространение в прожектор-

ном деле. После нескольких лет эксплуатации этого отражателя было, однако, установлено, что и он обладает целым рядом недостатков.

Первый такой голос, т. е. голос о том, что и манженовский отражатель обладает существенными недостатками, пришёл в западноевропейские страны из России, и подан он был Чиколевым. Длительными испытаниями манженовского отражателя Чиколев установил, что приведённые Манженом в описании своего инструмента расчёты имеют много неточностей и ошибок, что этот отражатель является лишь посредственным суррогатом параболического отражателя и, вследствие этого, не может заменить последний в прожекторе с требуемым успехом.

Задавшись целью упростить и удешевить производство параболических прожекторных отражателей, Чиколев в 1884 г. разработал совершенно оригинальную конструкцию такого отражателя, которая, по всем расчётам, должна была обладать высокими качествами и значительно упростить изготовление. Учитывая громадные трудности изготовления с требуемой точностью параболических поверхностей больших размеров, что, собственно, и являлось основным препятствием к осуществлению параболических отражателей, Чиколев предложил изготавливать отражатели состоящими из девяти отдельных частей, с тремя различными радиусами кривизны, составляющими в сумме поверхность, близкую к параболоиду.

Составляться эти отражатели должны были из двух концентрических стеклянных колец, каждое из которых складывалось, в свою очередь, из четырёх кольцевых секторов, и центрального, также стеклянного, диска. Оба кольца и диск должны были иметь сферические поверхности различной кривизны. Все четыре сектора наружного кольца должны были иметь один радиус кривизны, сектора второго кольца — другой (меньший) и центральная часть — третий (ещё меньший). Все эти части должны были крепиться в одном общем каркасе, так, чтобы центры их кривизны лежали в одной точке, являющейся одновременно и центром кривизны образуемого ими вместе параболоида.

По своим оптическим качествам этот чиколевский кольцевой отражатель превосходил все известные до того времени сферические отражатели, в том числе и манженовский. Сравнение его с последним показало, что он посылает в пространство гораздо больше света, нежели манженовский, при равных их относительных отверстиях и одинаковых источниках света. В 1885 г. фирма Сименс и Гальске, в Германии, предприняла серийный выпуск чиколевских кольцевых отражателей. Однако изготовление их продолжалось недолго. Практика производства показала, что, несмотря на исключительно высокие оптические качества, изготовление их вследствие больших затруднений с точным монтажом частей в общем каркасе является весьма сложным занятием, так же как и шлифование боль-

ших параболических отражателей. Полностью это было осознано и самим Чиколевым. Только этим и можно объяснить то обстоятельство, что в 1887 г. он предпринял новую, весьма важную для дальнейшего совершенствования прожекторного отражателя, работу.

Сущность этой его работы состояла в следующем. Все указанные выше искания наиболее выгодной конструкции прожекторного отражателя не привели, как мы видели, к желаемым результатам. Первенство в этом вопросе попрежнему оставалось за параболическим отражателем. В 1885 г. германская фирма Шуккерт, не считаясь со всевозможными трудностями, начала всё же строить стеклянные прожекторные отражатели со шлифованной и полированной параболической поверхностью. К своему отражателю фирма пришла чисто практическим путём. Никакого теоретического расчёта она не производила.

Уже при испытании первых образцов такого отражателя было найдено, что он обладает целым рядом недостатков, остававшихся необъяснимыми, и что для их понимания, а следовательно, и устранения, необходима теоретическая разработка вопроса. Этой работой и занялся в 1887 г. Чиколев.

Совместно с привлечённым им к этой работе молодым русским физиком В. А. Тюриным он произвёл полный математический расчёт параболического отражателя, установил точную зависимость между всеми параметрами, существенными для его использования в прожекторном деле, и таким путём дал ценные практические указания для проектирования и построения отражателей любых желаемых размеров. Эта исключительно ценная для дальнейшего развития прожекторного дела чиколевская работа давала возможность решать следующие задачи:

1. Определять абсолютную освещённость на разных расстояниях от данного рефлектора.
2. Находить зависимость распределения силы света в прожекторном луче от его поперечника, фокусного расстояния и силы тока (размера кратера), или, выражаясь коротко, определять характеристику рефлектора.
3. Находить предел полезного увеличения силы тока (кратера) электрической дуги.
4. Сравнивать осветительные способности и характеристики рефлекторов разных поперечников и фокусных расстояний.
5. Составлять приблизительное суждение о степени видимости освещённой цели при разных расстояниях от различных рефлекторов и от наблюдателя и определять, насколько выгодно их приближение к цели.
6. Оценивать выгоды применения наклонных и горизонтальных ламп в рефлекторах, имеющих разные отношения поперечника к фокусному расстоянию, и т. д.

Будучи опубликованной в 1891 г., эта чиколевская работа послужила основным руководством для расчёта и изготовления параболических прожекторных отражателей во всех странах мира. Несмотря на то, что развитие прожекторной оптики за последнее полу столетие шагнуло далеко вперёд, основания этой чиколевской работы не утратили своего значения и до наших дней.

Ещё более ценной работой Чиколева для дальнейшего совершенствования прожекторного отражателя явился предложенный им в 1892 г. «способ проверки прожекторных отражателей фотографированием».

До 1892 г. прожекторостроительные и оптические заводы всех стран испытывали большие затруднения вследствие того, что практическая оптика не располагала надёжными методами контроля качества поверхности сферического или параболического вогнутого зеркала. Существовавшие способы позволяли судить лишь о качестве отдельных элементов поверхности, характеристики же всех недостатков отражателя в целом они не давали.

Если при изготовлении сферических отражателей, где правильность поверхности во многом обеспечивается уже самим способом шлифовки последней, возможность контроля не имеет решающего значения, то при производстве параболических отражателей, где конечный результат зависит и от настройки шлифовальных и полировальных станков, и от искусства мастера, и от ряда других трудно учитываемых факторов, отсутствие надёжного контроля усложняло вопрос до крайности.

Чиколев поставил перед собой задачу найти такой способ проверки прожекторных отражателей, который давал бы возможность судить о качестве последних в целом.

Испытав ряд способов, Чиколев нашёл, что наиболее удобным и наиболее полно отвечающим требуемым условиям может быть ниже следующий:

«Рефлектор (отражатель) вынимают из фонаря и перед ним ставят, в расстоянии около 1—1,5 метра, белый щит (экран), разграфлённый чёрными линиями, шириною в 5 мм, на белые квадраты, имеющие в стороне 15 мм, или разграфлённый чёрными линиями в 5 мм шириной, в расстоянии 15 мм линия от линии. В центре щита прорезывается квадратное окошко около 20 см в стороне, сквозь которое производится фотографирование изображения в рефлекторе сетки квадратов, или параллельных линий, нанесённых на щите. Щит в высоту и ширину должен превосходить поперечник зеркала не менее, как на 30—35 %».

Впоследствии от фотографирования изображения экрана с прямыми параллельными линиями Чиколев отказался и оставил лишь квадратную сетку из горизонтальных и вертикальных линий.

Если в рефлекторе имеются те или другие отклонения поверхности от заданной параболической формы, то эти участки будут

давать на фотоснимке искажения сетки линий экрана, и таким образом наличие их легко может быть обнаружено.

Несмотря на то, что этот способ является чисто качественным, он, тем не менее, указывает места поверхности отражателя, на которых имеются недостатки, и путь, по которому должно идти исправление поверхности.

Пользуясь этим способом, Чиколев произвёл испытание качества поверхностей всех изготовлявшихся в те годы прожекторных отражателей и указал их недостатки. Это заставило изготавливающие фирмы приложить все усилия для улучшения продукции, что сразу же дало результаты. В последующие годы этот способ Чиколева стал применяться на всех прожекторостроительных и оптических заводах мира. Позднее было предложено много других способов проверки прожекторных отражателей, но они не только не вытеснили чиколевского способа, но даже расширили области его использования *).

Уже первые работы Чиколева в области прожекторной оптики создали ему, как мы видели выше, мировое имя. Последние же две его работы, т. е. теория параболического прожекторного отражателя и способ проверки прожекторных отражателей фотографированием, сделали его имя в практической оптике бессмертным.

Когда будет создаваться общая история нашей отечественной науки, то в число её лучших творцов будет, несомненно, вписано и имя Владимира Николаевича Чиколева.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ РАБОТ В. Н. ЧИКОЛЕВА ПО ОПТИКЕ И СМЕЖНЫМ С НЕЙ ВОПРОСАМ

1. Применение электрического освещения для военных целей. СПб, 1879.
2. Об усовершенствовании простейших приборов для проекции электрического освещения на дальние расстояния („Электричество“, 1880, № 12.)
3. Электрическое освещение в применении его для военных целей. СПб, 1885.
4. Электрическое освещение в применении к жизни и военному искусству. СПб, 1886.
5. Осветительная способность прожекторов электрического света. Вып. 1, Часть теоретическая (совместно с В. А. Тюриным), СПб, 1892; Вып. 2, Часть практическая (совместно с В. А. Тюриным и Р. Э. Классоном), СПб, 1895.

*) Высокую оценку указанного чиколевского метода контроля поверхностей вогнутых зеркал в иностранной литературе можно найти, например, в следующих работах: A. Sonnefeld. Die Hohlspiegel. Berlin, 1926, S. 115—119; Handbuch der Physik. Bd. XVIII. (Geometrische Optik, optische Konstante, optische Instrumente.), Berlin, 1927, S. 817—820, и в ряде других.

6. Фотографическое исследование прожекторов для электрического освещения. („Электричество“, 1892, № 21.)
7. О проверке рефлекторов электрического света фотографированием. СПб, 1892.
8. Материальная часть электроосветительных аппаратов. Аппараты для береговой и сухопутной артиллерии образца 1877—1893 гг. Атлас чертежей и текст к нему. СПб, 1893.
9. Электрический свет в крепостной, осадной, береговой и полевой артиллерии. СПб, 1893.
10. Электрическое освещение для боевых целей. СПб, 1893.
11. Новейшие приборы для проекции электрического освещения на отдалённые местности. СПб, 1898.