

ОПТИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО  
ИМ. Д.С. РОЖДЕСТВЕНСКОГО



D. S. ROZHDESTVENSKY  
OPTICAL SOCIETY

# ОПТИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

OPTICS HERALD

---

Rozhdestvensky Optical Society Bulletin

---

№146

2014

Бюллетень Оптического Общества

стр.1-28

---

## ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ЛИННИК (1889-1984)

## К 125 летию со дня рождения



Владимир Павлович Линник родился 6 июля 1889 г. в Харькове в семье рабочего. Рано потеряв отца, он воспитывался в семье своего дяди — кузнеца. Здесь, естественно, зародилась любовь к технике, стремление самому постигнуть тайны мастерства точной обработки деталей. Много позже, уже имея высшее образование, Владимир Павлович учился у старых опытных рабочих и стал квалифицированным механиком и оптиком. Часто ответственные узлы своих экспериментальных установок он делает собственными руками.

В 1909 г. В. П. Линник окончил с золотой медалью гимназию в г. Белая Церковь и поступил в Киевский университет. Уже в это время проявились его выдающиеся способности; он окончил университет с дипломом первой степени и был оставлен ассистентом при университете.

Во время первой мировой войны В. П. Линник сначала работал в университетской лаборатории по ремонту военной оптики, а затем организовал мастерскую Военно-промышленного Комитета по производству оптических приборов военного назначения. При этом он внес ряд серьезных усовершенствований в конструкцию изготавливаемых приборов.

После окончания войны В. П. Линник стал преподавателем физики сначала в Белоцерковском сельскохозяйственном техникуме, а затем в Киевском политехническом институте,

где он одновременно заведовал мастерской точных физических приборов. Здесь же он начал заниматься самостоятельными научными исследованиями.

В 1926 г. по приглашению академика Д. С. Рождественского Владимир Павлович перешел в Государственный Оптический институт. В течение ряда лет он читал курс лекций по геометрической оптике и теории оптических приборов в Ленинградском государственном университете. В 1934 г. ему была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации. В том же году он стал профессором ЛГУ. В 1939 г. В. П. Линник был избран действительным членом Академии наук СССР.

Начиная с 1948 г. Владимир Павлович работает также в Главной астрономической обсерватории в Пулковке и является членом Астросовета при АН СССР.

Направления исследований В. П. Линника весьма разнообразны. При этом во всех работах он показывает себя блестящим экспериментатором. Он ставит сложные опыты, для осуществления которых требуется большая изобретательность, и всегда каждая из поставленных задач стоит на высоком уровне современной техники.

Первый по времени цикл его работ был посвящен оптике рентгеновых лучей. Еще в 1926 г. В. П. Линник предложил оригинальный метод измерения показателя преломления рентгеновых лучей в некоторых веществах, который обладает значительно более высокой точностью, чем другие существовавшие в то время методы. Весьма оригинален также разработанный им способ исследования структуры кристаллов с помощью рентгеновых лучей. Известный как метод Линника или метод вращающегося кристалла, этот метод дает возможность получить на фотографической пластинке дифракционную картину, расшифровка которой более проста, чем расшифровка картины Лауэ.

В это же время японский физик Кикучи получил картину дифракции электронов от кристалла, которая против ожидания оказалась непохожей на картину, наблюдаемую при дифракции рентгеновых лучей в аналогичных условиях. Объясняя это различие, В. П. Линник высказал предположение, что вследствие сильного поглощения электронов внутри кристалла они дифрагируют лишь в тонком поверхностном слое.

Для проверки своей гипотезы Владимир Павлович провел опыт по дифракции рентге-



1939 г. Академик В.П. Линник

новых лучей в очень тонкой слюдяной пластинке. Полученная дифракционная картина оказалась тождественной картине Кикучи. Этот опыт В. П. Линника разрешил спорный, волновавший многих ученых вопрос, но сам автор не удовлетворился этим и в дальнейшем провел новые опыты, которые позволили ему более точно объяснить результаты как опыта Кикучи, так и его собственного.

В 1930 г. В. П. Линник впервые получил явление ллойдовой интерференции рентгеновых лучей, что дало ему возможность непосредственно вычислить длину их волны, которая ранее определялась лишь косвенным путем.

Одновременно с работами по рентгеновым лучам Владимир Павлович еще в 20-е годы начал активно заниматься вопросами прикладной оптики и, в частности, вопросами исследования качества изображения, даваемого оптическими системами. В 1921 г. он самостоятельно изготовил два пара-болических зеркала, для исследования которых им был создан новый способ. Последний основан на получении теневой картины с помощью ножа Фуко, установленного в центре кривизны параболического зеркала, и компенсации сферической aberrации зеркала специально рассчитанной ахроматической линзой. В 1930 г. Владимир Павлович предложил оригинальный метод непосредственного

получения на экране или на фотографической пластинке кривых продольной сферической aberrации фотографического объектива для разных длин волн.

Для измерения волновой aberrации фотографических и других объективов применялись интерферометры различного типа, в которых прошедшая через объектив деформированная световая волна интерферирует с идеальной волной сравнения. Недостатком этих интерферометров являлась их сложность. В 1935 г. В. П. Линник разработал интерферометр с полупрозрачной пластинкой, в которой для получения волны сравнения применен необычайно простой, неизвестный ранее способ. Малое отверстие в полупрозрачном слое, нанесенном на стеклянную пластинку, совмещается с искаженным изображением светящейся точки, создаваемым исследуемой системой. Это отверстие является центром идеальной дифракционной волны, которая интерферирует с изучаемой деформированной волной, прошедшей через полупрозрачный слой. Волновая aberrация объектива измеряется по ширине и форме интерференционных колец, наблюдаемых на его выходном зрачке. Метод Линника является прообразом метода фазового контраста, предложенного Цернике и широко применяемого в микроскопии при исследовании малоконтрастных прозрачных биологических объектов.

В. П. Линник является одним из первых ученых, указавших на необходимость сочетания оптических приборов с фотоэлектроникой, так как это позволяет ускорить многие трудоемкие измерения, а в ряде случаев и автоматизировать процесс контроля. В частности, по его предложению и под его руководством в 1949 г. был разработан фотоэлектрический метод измерения aberrаций оптических систем. Сущность этого метода заключается в следующем. Изображение короткой светящейся щели, создаваемое исследуемым объективом, частично закрывается экраном, край которого параллелен длинной стороне щели. Свет, прошедший мимо экрана, попадает на фотоэлемент. Перед объективом движется непрозрачный экран с небольшим отверстием, через которое последовательно проходит свет от разных зон объектива. Из-за наличия aberrации при этом происходит смещение изображения щели и тем самым изменение интенсивности света, падающего на фотоэлемент. Если сделать движение экрана периодическим и синхронизировать его с разверткой осциллографа, то на экране последнего можно непосредственно получить кривую измеряемой aberrации. Аналогичным способом возможно измерять и отступления профиля металлических поверхностей от заданной формы.



Одним из важнейших направлений исследовательской деятельности В. П. Линника является разработка интерференционных и других оптических методов измерения в машиностроении. Еще в начале 30-х годов он высказал мысль, что растущие требования к точности работы механизмов могут быть удовлетворены лишь в том случае, если их узлы и детали будут изготовлены так же точно, как изготавливаются оптические детали, т. е. с точностью до десятых и сотых долей световой волны. Но для этого необходимы соответствующие методы измерения линейных и угловых размеров, методы контроля правильности формы и микрогеометрии поверхностей.

Особо точные интерференционные методы измерения известны давно, но использовались они почти исключительно в лабораторных метрологических исследованиях, как, например, в работах по сравнению длины прототипа метра с длиной световой волны. Чуть ли не единственным интерферометром, служившим для контроля деталей машиностроения, был интерферометр Кестерса для измерения длины концевых мер, но и он использовался лишь в немногих поверочных организациях.

Своими работами Владимир Павлович доказал возможность широкого применения интерференции света для различных особо точных измерений в машиностроении. В 1933 г. он разработал микроинтерферометр, представляющий собой сочетание интерферометра типа Майкельсона с микроскопом; микроинтерферометр предназначался для измерения с точностью порядка 0,03 мкм высоты микронеровностей на металлических и других поверхностях высокого класса чистоты обработки.



1971 г. Ю.В. Коломийцов и В.П. Линник

Микроинтерферометр В. П. Линника получил широкое распространение в СССР и за границей. Широкое применение нашел и другой его прибор - двойной микроскоп, разработанный почти одновременно с микроинтерферометром и предназначенный для контроля бесконтактным

методом микрогеометрии более грубых поверхностей. Остроумная и простая схема двойного микроскопа позволяет получить так называемое «световое сечение» поверхности в виде изображения узкой светящейся линии. Двойной микроскоп обладает важным свойством, недоступным обычному микроскопу: с его помощью можно было с высокой точностью измерять перемещение поверхности в направлении ее нормали. Это свойство двойного микроскопа позволяет применить его не только для контроля микропрофиля поверхности, но и для различных других измерений. Метод светового сечения, предложенный В. П. Линником, использован в ряде приборов, разработанных его учениками.

В 1945 г. В. П. Линник изобрел еще один интерференционный прибор для контроля микрогеометрии поверхностей - микропрофилометр, который расширяет возможности микроинтерферометра, позволяя измерять глубину не только параллельных друг другу штрихов, но и хаотически направленных следов обработки. Для этой цели на исследуемую поверхность проецируется изображение узкой светящейся щели. Оригинальной особенностью схемы микропрофилометра является применение цилиндрической линзы, благодаря которой интерферирующие пучки лучей накладываются друг на друга, и вместе с тем в любую точку поля зрения попадают лучи, отраженные только от одной точки испытуемой поверхности. Последнее условие необходимо для того, чтобы форма интерференционных полос воспроизводила профиль поверхности в рассматриваемом сечении.

В. П. Линник дважды удостоен Государственной премии СССР: в 1946 г. за работы по контролю микрогеометрии поверхностей и в 1950 г. (совместно с группой работников) за внедрение в серийное производство предложенных им приборов.

В 1944—1945 гг. В. П. Линником был разработан интерферометр для контроля прямолинейности профиля больших плоских и цилиндрических поверхностей длиной до 5 м. В отличие от существующих способов контроля прямолинейности, основанных на последовательном измерении расстояний от различных точек исследуемой поверхности до некоторой базовой линии, метод Линника позволяет одновременно наблюдать профиль поверхности по всей длине. Благодаря наклонному падению пучка лучей оказывается возможным контролировать сравнительно грубо обработанные поверхности, которые для лучей, падающих по нормали, не являются зеркальными. По аналогичной схеме построен накладной интерферометр, устанавливаемый на исследуемой поверхности крупной детали и позволяющий одновременно контролировать поверхность длиной до 200 мм.

Образцы приборов, созданных по идеям и под руководством В. П. Линника, демонстрировались в 1958 г. на Всемирной выставке в Брюсселе и получили высшую награду «Grand Prix».

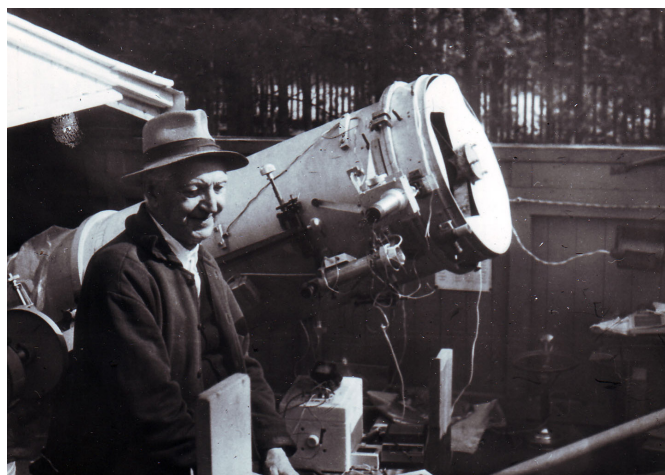
К циклу работ В. П. Линника по интерферометрии относится также разработанный под его руководством в 1955 г. фотоэлектрический метод фиксации положения нулевой интерференционной полосы. Ранее известные фотоэлектрические методы позволяли измерять смещение полос в монохроматическом свете. Но многие интерферометры работают в белом свете и дают картину, состоящую из центральной белой полосы и небольшого числа окрашенных полос. Наличие одной белой полосы значительно упрощает задачи, связанные с измерением разности хода, превышающей длину волны. Работа В. П. Линника позволяет автоматизировать это измерение.

Всю свою жизнь В. П. Линник горячо интересовался вопросами астрономии, но начать серьезные работы в этой области ему удалось лишь в конце 40-х годов. Изучая схему звездного интерферометра Майкельсона, Владимир Павлович решил использовать явление, весьма затрудняющее работу на нем, которое заключается в исчезновении интерференционных полос, наблюдаемых на дифракционном изображении звезды при смещении ее с оптической оси прибора. Как показал В. П. Линник, это явление может оказаться полезным, так как позволяет использовать звездный интерферометр как особо точный визир на удаленный светящийся объект малых размеров. Это свойство интерферометра использовано, в частности, в четырех астрономических приборах, разработанных под руководством В. П. Линника: в интерференционном пассажном инструменте, звездном интерферометре для измерения углового расстояния между двойными звездами, интерференционном калибре угла и интерференционном гелиометре.

Как известно, звездный интерферометр Майкельсона позволяет с высокой точностью измерять лишь весьма малые углы порядка нескольких секунд, тогда как с помощью калибра угла, предложенного В. П. Линником, оказалось возможным измерять с такой же точностью значительно большие углы. Так, например, диаметр Солнца, равный  $36''$ , удастся измерить с точностью до  $0,1''$  при измерительной базе калибра, равной всего лишь 100 мм.

Значительное внимание уделял В. П. Линник астрономическим наблюдениям. В этой области он создал ряд новых методов исследования. Так, например, в 1959 г. он предложил оригинальный метод получения интерференционных реперов на фотоснимке спектра, снятого с помощью бесщелевого звездного спектрографа. Метод

основан на использовании полос Тальбота, которые на снимке выполняют ту же роль, что и спектры сравнения в спектрографах со щелью. Наличие интерференционных реперов и разработанная Владимиром Павловичем методика получения спектрограмм и исследования их с помощью стереокомпаратора устранили погрешность определения длин волн лабораторного источника света, исключили наложение спектральных линий этого источника на исследуемые линии и повысили точность измерения сдвига линий в спектрах звезд. Благодаря этому появилась возможность определения лучевых скоростей звезд и изучения ряда явлений, приводящих к смещению их спектральных линий.



1984 г. Комарово. Академик В.П. Линник

Известно, что фактическая разрешающая способность больших телескопов значительно ниже теоретической. Это объясняется неоднородностью атмосферы, деформирующей световую волну, поступающую от звезды. В 1957 г. В. П. Линник выдвинул смелую идею — изготовить вспомогательное зеркало телескопа из нескольких частей, причем так, чтобы каждая часть могла в небольших пределах перемещаться по нормали к своей поверхности. С помощью интерферометра и ряда фотоэлементов, регистрирующих освещенность каждого участка, можно автоматически смещать участки зеркала, компенсируя местные неправильности формы поверхности световой волны. Разработанный В.П. Линником в 1960-1963 гг. метод компенсации искажений световой волны в воздухе положил начало развитию адаптивной оптики.

Идеи В. П. Линника и экспериментальная проверка этих идей на макетах установок в значительной мере способствовала развитию крупного астрономического приборостроения. Так, он совместно с членом-корреспондентом АН СССР О. А. Мельниковым предложил заменить экваториальную монтировку больших телескопов (в которой при слежении за звездой телескоп поворачивается вокруг одной оси, параллельной оси вращения Земли) азимутальной монтировкой,



имеющей две оси вращения — горизонтальную и вертикальную. С развитием электроники и появлением счетно-решающих устройств оказалось возможным автоматически следить за звездой по двум координатам, что позволило использовать азимутальную монтировку и для больших телескопов. Эта монтировка имеет значительные преимущества по сравнению с экваториальной, так как упрощает задачу разгрузки главного зеркала телескопа, повышает жесткость прибора и уменьшает его габариты. В 1946 уникальный «Звездный интерферометр» с азимутальной монтировкой, предназначенный для измерения расстояния между двойными звездами, был установлен в Пулковской обсерватории. Будучи председателем совета по созданию 6-метрового телескопа (БТА), Линник предложил использовать принципиально важную для его успешного построения азимутальную монтировку в этом телескопе. Выполнив пионерские работы в области адаптивной оптики, он в 1957 предложил телескоп, в котором для компенсации атмосферных искажений используется составное зеркало с перемещаемыми элементами.



1984 г. Комарово. В.П. Линник и Г.Г. Папаян

Интересными представляются работы В. П. Линника по микроскопии и по оптическим методам измерения натяжений. В одной из своих статей он дает, в частности, глубокий анализ работы академика Д. С. Рождественского в области микроскопии (1941). Еще в 1940 г. Владимир Павлович предложил интерференционный микроскоп, позволяющий получить четкое цветное изображение мало контрастного прозрачного объекта, невидимого с помощью обычного биологического микроскопа. Интерференционные микроскопы, хотя и построенные по другой оптической схеме, изготавливались и в СССР, и за границей. В 1934 г. совместно с группой сотрудников В. П. Линник разработал новый метод сборки и центрировки объективов микроскопа. Применение этого метода упростило весьма сложную технологию сборки объективов и повысило их качество. К числу

работ технологического характера относятся выполненные под руководством В. П. Линника разработки ряда приборов контроля фотообъективов в процессе их сборки.

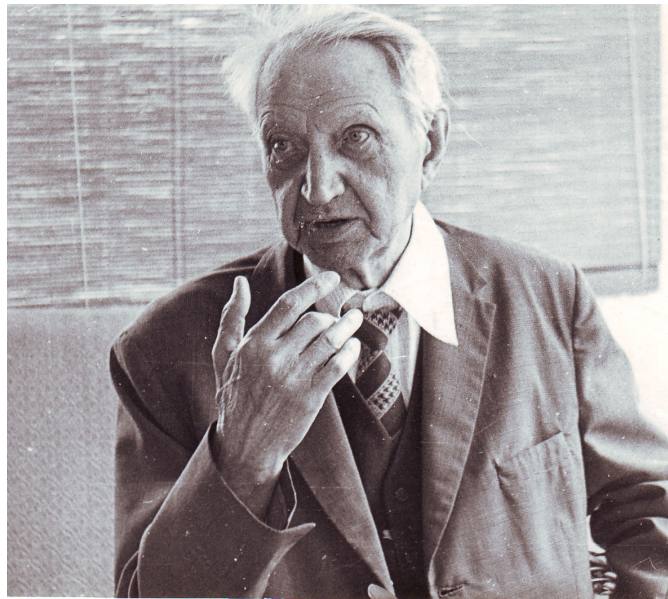
В 30-х годах В. П. Линник принимал участие в исследованиях по изучению деформаций и напряжений в лаборатории при Ленинградском государственном университете. Здесь он выполнил несколько работ, расширяющих возможности оптических методов измерения напряжений. Он разработал, в частности, новый метод изучения деформаций, который основан на фотографировании интерференционной картины, наблюдаемой в исследуемой модели, и в последующем микрофотометрировании полученных негативов. Метод позволил получить объективную картину распределения напряжений в модели и оказался особенно полезным при изучении деформаций, быстро меняющихся во времени, когда обычный способ измерения с помощью компенсатора не может быть использован. В. П. Линник разработал также несколько новых оптических методов непосредственного измерения деформаций поверхности, более простых, чем применяемый способ с использованием тензометров. Особый интерес представлял метод растров: на небольшом расстоянии от поверхности исследуемой модели помещалась стеклянная пластинка с большим числом параллельных непрозрачных линий. На поверхности пластинки наблюдались муаровые полосы, по искривлению которых можно было вычислить величину поперечных деформаций модели. Следует упомянуть также о предложенной В. П. Линником компенсаторной трубе, которая повышала точность измерения разности хода в заданной точке модели.

На Вторых Чтениях им. Д.С. Рождественского в 1948 году он сделал основополагающий доклад «Возможные пути развития оптотехники»

Непосредственно В. П. Линником и под его руководством выполнено большое число оригинальных работ по прикладной оптике: работы по гармоническому анализатору, разработка приспособления с качающимся объективом для рассматривания спектрограмм, созданные метода стереомикрофотографии с увеличенной глубиной фокуса и др.

Богатство идей и широкая эрудиция позволяли В. П. Линнику выдвигать новые, важные для народного хозяйства направления научных исследований и находить неожиданные решения поставленных задач.

Труды В. П. Линника показывают, что даже в такой установившейся области, как классическая оптика, можно сделать очень много нового и полезного, и что сочетание оптики с электроникой открывает для ученого практически беспредельное поле деятельности.



1984 г. Комарово. Академик В.П. Линник

Выдающийся оптик, академик АН СССР (1939), дважды лауреат Государственной премии СССР (1946, 1950), Герой Социалистического Труда (1969) Владимир Павлович Линник награжден пятью орденами Ленина (1945, 1953, 1959, 1966, 1969), двумя орденами Трудового Красного Знамени (1939, 1975), орденом Красной Звезды (1943) и многими медалями, в том числе золотой медалью им. С. И. Вавилова (1973).

*По материалам статьи Ю.В. Коломийцева, опубликованной в 1968 г. в сборнике статей «50 лет ГОСУДАРСТВЕННОГО ОПТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА им. С.И. Вавилова»*