

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
(Университет ИТМО)

История и современность Университета ИТМО

Зверев В.А., Мальцева Н.К.

«Опtotехника и оптическое приборостроение»

Часть III

Учебное пособие

Под общей редакцией
члена-корреспондента Российской академии наук В.Н. Васильева

Санкт-Петербург
2020

Зверев В.А., Мальцева Н.К. Оптотехника и оптическое приборостроение. // История и современность Университета ИТМО. Часть III. Изд. 2-ое перераб. / Под общей редакцией члена-корреспондента РАН В.Н. Васильева.– СПб.: ИТМО, 2020. – 221 с.

Настоящее издание посвященное истории создания и развития Университета ИТМО, оформлено в форме сборника статей, в совокупности достаточно полно отражающих развитие одного из важнейших направлений мировой науки – оптики. Именно оптика и оптотехника являлись одним из основных направлений в деятельности вуза в XX веке, которое и положило основу для появления прорывных технологий в области фотоники современного Университета ИТМО.

Пособие предназначено для преподавателей и студентов, материал может быть использован, наряду с ресурсами Виртуального музея (<http://museum.ifmo.ru>), при подготовке и проведении занятий по курсам «Введение в специальность», «История науки и современное естествознание».

Рекомендовано УМО по образованию в области приборостроения и оптотехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки оптотехники и приборостроение.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Бахолдин Алексей Валентинович, декан факультета прикладной оптики мегафакультета фотоники Университета ИТМО



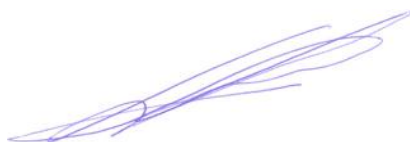
Стремительно меняется наука в наши дни, её достижения входят в повседневную жизнь человека вместе с новым программным обеспечением, новыми устройствами и гаджетами, поэтому и жизнь Университета ИТМО в XXI веке можно охарактеризовать постоянно ускоряющимися изменениями, как в научной, так и в образовательной деятельности. На смену традиционной шестилетней подготовке инженеров пришла трехступенчатая система обучения: бакалавриат, магистратура и аспирантура.

Учебные программы всех этих ступеней содержат курсы, посвященные истории тех областей науки и техники, в которых обучающиеся готовятся стать специалистами самого высокого уровня. Именно поэтому достоверная информация об истоках наиболее востребованных и быстро развивающихся направлений оптики: фотоники, лазерной техники, биофотоники, квантовых коммуникаций, - и сегодня остается актуальной.

Естественным образом в историческое развитие мировой оптической науки вплетается деятельность ученых и всей школы Университета ИТМО, связанной с развитием оптики и оплотехники. Без достижений преподавателей, сотрудников, ученых этой школы вряд ли бы смогла состояться отечественная оптическая наука.

Надеюсь, эта книга станет интересной для студентов сегодняшнего дня, наших выпускников и даст возможность через понимание истории своей ALMA MATER осознанно становиться современным специалистом в наиболее востребованных отраслях знаний!

*Ректор Университета ИТМО
член-корреспондент РАН*



В.Н. Васильев

ОСНОВНЫЕ ВЕХИ В РАЗВИТИИ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО

За свои 120 лет Университет ИТМО неизменно осуществлял профессиональную подготовку востребованных специалистов в области самых передовых направлений науки и техники, обеспечивая потребности промышленности и обороноспособности нашей страны.

Учебное заведение меняло свой статус и наименование несколько раз, что свидетельствует о постоянном его развитии в соответствии с потребностями страны:

- **1900 год** – создание **механико-оптического и часового отделения Ремесленного училища цесаревича Николая**;
- **1917 год** – выделение МОиЧО в самостоятельное учебное заведение – Петроградское техническое училище по механико-оптическому и часовому делу;
- **1920 год** – создание Петроградского техникума точной механики и оптики (впоследствии – Ленинградского);
- **1930 год** – образование Ленинградского учебного комбината точной механики и оптики в составе Ленинградского института точной механики и оптики (ЛИТМО), техникума дневного точной механики и оптики, техникума вечернего точной механики и оптики и школы фабрично-заводского ученичества;
- **1933 год** – выделение из состава учебного комбината **самостоятельного высшего учебного заведения – ЛИТМО**;
- **1994 год** – присвоение статуса университета и переименование в Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет);
- **2003 год** – переименование в Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики.
- **2011 год** – переименование в Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО).
- **2020 — Национальный исследовательский университет ИТМО (Университет ИТМО)**

Днем рождения Университета ИТМО считается 26 марта 1900 года.

ТВОРЦЫ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ РОССИИ

В.Н. Васильев, В.А. Зверев

Работы известного узбекского учёного-энциклопедиста средних веков Аль-Бируни (973–1048 гг.) из Хорезма написаны на основе его личных наблюдений, выполненных с помощью астрономических инструментов, не содержащих оптики. В то же самое время, в трудах великого хорезмийца по минералогии, написанных в 1047 году, содержится информация, что уже в его время простая лупа была обычным инструментом. Так, в разделе о минерале -яхонте Бируни писал: *«Если яхонт в виде полушария поместить вблизи книги, то мелкие письмена читаются так же, как и с полушарием из горного хрусталя, так как для смотрящего письмена за ним утолщаются и строки раздвигаются, а причину этого ведаёт наука о зеркалах»*.

Лупы из горного хрусталя, очевидно, не представляли редкости для народов, населявших в то время территории южнее нашей страны. В отделе истории Музея Грузии в Тбилиси хранится линза диаметром 45 мм из горного хрусталя [1], изготовленная приблизительно в VIII–IX веках и найденная в погребении IX века на реке Афипс в станице Георгие-Афипской на Кубани. Для применения такой лупы её следовало положить плоской поверхностью на читаемый текст и при чтении водить по строкам. Поперечное увеличение изображения наблюдаемого при этом предмета равно примерно двум.



Галилео Галилей (1564-1642)

В 1609 году выдающийся итальянский учёный Г. Галилей, узнав об изобретении в начале XVII века голландскими мастерами зрительной линзовой трубы, построил такую же. 7 января 1610 года навсегда останется памятной датой в истории человечества. Вечером этого дня Галилео Галилей (1564-1642) впервые направил изготовленную им зрительную трубу на небо. Он увидел то, что предвидеть заранее было невозможно: Луна, испещрённая горами и долинами, оказалась миром, сходным хотя бы по рельефу с Землёй. Планета Юпитер предстала перед глазами изумлённого Галилея крошечным диском, вокруг которого обращались четыре необычные звёздочки - его спутники. При наблюдениях через зрительную трубу планета Венера оказалась похожей на маленькую Луну. Она меняла свои фазы, что свидетельствовало об её обращении вокруг Солнца.

Употреблявшаяся Галилеем зрительная труба по предложению итальянского филолога Девизиани (1576-1614) - члена Национальной академии деи Линчеи (то есть «Рысьеглазых», - что подчёркивает особую прозорливость её членов-учёных) в ответ на запрос её председателя Фредерико Цези была названа *телескопом*. Открытия Галилея положили начало *телескопической астрономии*.

Во время заграничных путешествий Пётр Великий посетил Гринвичскую, Парижскую и Копенгагенскую обсерватории, где произвёл самостоятельно астрономические наблюдения. Так, из журналов астрономических наблюдений, изданных королевским астрономом Великобритании Д. Флэмстидом под названием «*Historia Coelestis Britannica*», мы узнаём, что 6 февраля и 8 марта (по старому стилю) 1698 года Пётр Великий посетил Королевскую Гринвичскую обсерваторию. Под датой 6 февраля читаем следующую запись: «*Serenissimus Petrus Moscoviae Czarus observatorium primum visum venit, Iustrument ishabitu private abiit. Aderantsecum Bruceus, parentibus Scotis Moscovia enatus, Legatus Militaris; J. Wolfiuset Stilcus Mercatores Angli*» («Светлейший Пётр, царь Московии, впервые посетил обсерваторию и после осмотра инструментов удалился

инкогнито. Его сопровождали военачальник Брюс, рождённый в Московии от шотландских родителей, и английские купцы Й. Вольф и Стилк»). В разных европейских странах Пётр приобретал телескопы и угломерные инструменты, предполагая организовать в России научные астрономические наблюдения с их практическим выходом в теорию навигации и геодезию.



Пётр Первый (1672–1725)

Один из сподвижников Петра генерал-фельдцейхмейстер русской армии Яков Вилимович Брюс (1670-1735) не только занимался астрономическими наблюдениями на обсерваториях, созданных им в Москве на Сухаревой башне и в своём подмосковном имении в Глинках, но также сам строил телескопы и изготовлял зеркала к ним.



Яков Вилимович Брюс (1670–1735)

В тридцатых годах XVIII века Брюс писал неизвестному лицу: «При

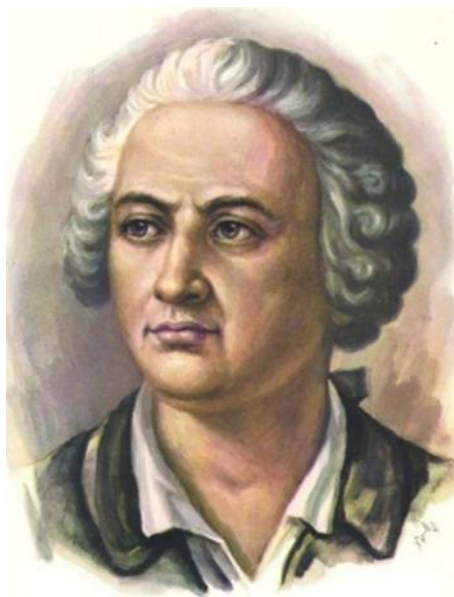
этом пересылаю я к трубам зеркала, из коих меньшее сделано с мышьяком, а другое - без мышьяка. Отошли их, пожалуйста, господину профессору Лейтману и сообщите, что я ещё прошлым летом сделал катадиоптрическую трубу (отражательный телескоп). Оба зеркала к этой трубе изготовлены мною в своём доме. Эту трубу с окуляром в 2,8 дюйма я неоднократно употреблял для наблюдения Луны. Луна в ней выглядела отчётливо и ясно, и был виден весь её диаметр». В Государственном Эрмитаже в Санкт-Петербурге сохранилось вогнутое зеркало для телескопа, изготовленное Брюсом в 1733 году.

Первым, кто начал строить зеркальные телескопы в России, был немецкий оптик И.Г. Лейтман, приглашённый Петербургской академией наук на должность профессора механики и оптики. У себя на родине в Германии Лейтман имел хорошо оборудованную оптическую мастерскую, которую он перевёз в Петербург. Немаловажное значение для развития отечественного приборостроения имело созданное Лейтманом руководство по обработке оптического стекла и конструированию оптических инструментов. Однако основной его заслугой была организация в России замечательной оптической мастерской, которая, по отзывам современников, являлась одной из лучших оптических мастерских Европы.



Академик Иоганн Георг Лейтман (1667–1736)

В творческой деятельности основоположника русской науки Михаила Васильевича Ломоносова (1711-1765), на всём её протяжении, важное место занимали вопросы прикладной оптики и особенно конструирование и изготовление различных оптических приборов и инструментов. В частности, в 1761 году он создал целостат, предназначенный для изучения Солнца в неподвижную трубу. Руководя Географическим департаментом Академии наук с 1757 года, он отдавал много сил и энергии конструированию необходимых для экспедиций астрономических инструментов.



Академик Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765)

М.В. Ломоносов разработал несколько разновидностей зеркальных телескопов, отличавшихся от широко известных в то время рефлекторов Грегори и Ньютона, которые он изготовлял в период времени с 1761 по 1765 год.

Не считая, что *«наука достигла уже той степени совершенства, при которой нельзя уже ожидать новых успехов»*, Михаил Васильевич писал: *«Я всегда имел намерение, чтоб ... небесные орудия - речь идёт о телескопах Ньютона и Грегори - через новое усовершенствование лучшие приспособления имели»*. В марте 1762 года Ломоносов решил создать телескоп с наклоном главного зеркала к оси трубы и выполнил все необходимые для этого расчёты. Построив и испробовав его 15 апреля 1762

года, он записал: *«Изображение произведено в действие с желательным успехом»*.

Известно, что через 12 лет (в 1774 году) аналогичную конструкцию зеркального телескопа предложил Вильям Гершель. Так как работа Ломоносова осталась неопубликованной, то такой зеркальный телескоп считается изобретением Гершеля. Работам первого русского конструктора телескопов в России суждено было забвение.

В екатерининские времена несколько телескопов изготовил Иван Петрович Кулибин (1735-1818).

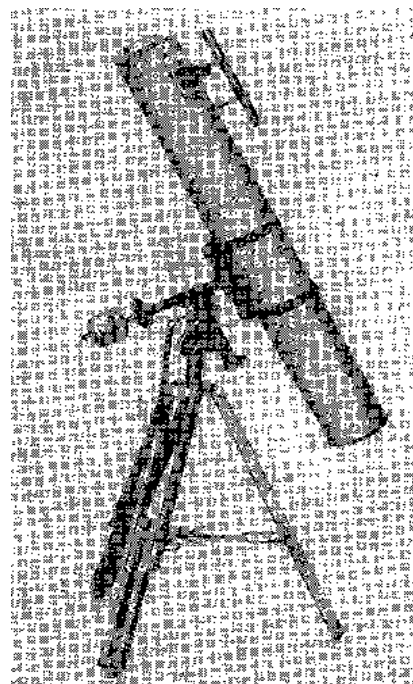


Иван Петрович Кулибин (1735–1818)

Первым крупным русским оптиком, собственными руками изготовившим параболическое зеркало, был Александр Андреевич Чикин (1865-1924) [2]. Сын курского мещанина, А.А. Чикин родился в Харькове 27 сентября 1865 года. Он с детства увлекался естественными науками и, прежде всего, астрономией. Ему не удалось закончить гимназию. Проявив склонность к живописи, в 1884 году он поступает в Петербургскую Академию художеств. В первый же год обучения, вынужденный самостоятельно изыскивать средства к жизни, он работает иллюстратором в разных журналах, в том числе в таком прогрессивном научно-популярном

журнале, как «Вестник знания». Увлечение А.А. Чикина астрономией в детские годы возрождается с новой силой. Он приобретает весьма посредственную астрономическую трубу и усовершенствует её. С этого момента началась его конструкторско-новаторская работа.

А.А. Чикин много путешествовал по России, в том числе по Крыму (в 1886 году) и Кавказу (в 1889 году). В 1887 году он побывал в Палестине. В 1888 году совместно с членом Географического общества П.Г. Щербовым совершил восхождение на гору Килиманджаро в Центральной Африке. Они были первыми русскими путешественниками в Центральной Африке. В 1890 году побывал в Курдистане и Персии, где специально занимался сопоставлением форм гейзеров, встречавшихся ему в этих странах, с лунными вулканами. В 1891 году он посещает Лондон, а в 1896 и в 1900 годах – международные выставки в Нижнем Новгороде и в Париже в качестве корреспондента.



*Александр Адреевич Чикин (1865–1924) Рефлектор диаметром 140 мм
работы А.А. Чикина (1865–1924)*

С 1898 года А.А. Чикин регулярно следит за научными астрономическими журналами, проявляя наибольший интерес к астрономическим инструментам. В 1909 году усилиями механика

Ю.А. Миркалова был создан кружок любителей неба «Русская Урания» и на Марсовом поле в Санкт-Петербурге была построена для популяризаторских целей первая общедоступная обсерватория. Здесь Александр Андреевич знакомится с горным инженером Сергеем Владимировичем Муратовым (впоследствии ставшим сначала преподавателем Техникума точной механики и оптики, а затем заведующим учебной частью Комбината точной механики и оптики [3]) и другими астрономами-любителями, организовавшими Русское общество любителей мироведения.

А.А. Чикин входит в состав общества, вскоре избирается товарищем председателя совета и принимает активное участие в журнале «Известия русского общества любителей мироведения», в котором в 1911–1912 годах были опубликованы некоторые его работы. Он выступает с рядом докладов, пропагандируя создание отечественной оптики; в 1911 году изготавливает первое параболическое зеркало. Доклад А.А. Чикина об этом зеркале, прочитанный в 1911 году, публикуется в журнале «Известия русского астрономического общества», вызывает живейший интерес и затем перепечатывается отдельным изданием в количестве 300 экземпляров.

Астрономическое общество, председателем которого был тогда профессор А.А. Иванов (впоследствии директор Пулковской обсерватории) объединяло главным образом астрономов-специалистов, но среди его членов были и любители.

Большой опыт, накопленный в изготовлении параболических и плоских зеркал, а также отражательных телескопов (рефлекторов), нашёл отражение в книге «Отражательные телескопы (изготовление рефлекторов доступными для любителя средствами)», написанной А.А. Чикиным и изданной в 1915 году Русским обществом любителей мироведения на средства частных пожертвований. Начиная с 1919 года, и до последнего дня своей жизни основоположник современного телескопостроения в России А. А. Чикин по приглашению основателя советской школы оптики академика Дмитрия Сергеевича Рождественского (1876-1940) плодотворно работал в

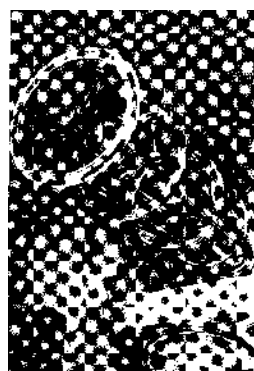
Государственном оптическом институте (ГОИ).

Биограф А.А. Чикина, написавший в 1924 году некролог, заканчивал его словами: *«Представители Оптического института считают, что сейчас нет человека, способного заменить А.А. Чикина, но мы полагаем, что его ученики и те, которых он толкнул своей книгой на занятия оптикой, станут достойными продолжателями его дела»*. Его слова оправдались. Наиболее выдающимся учеником А.А. Чикина был Николай Георгиевич Пономарёв, который в 1941 году первым из астрономов был удостоен Государственной премии страны.

Н.Г. Пономарёв родился в 1900 году в городе Уфе в семье владельца небольшой мастерской. В 1917 году там же окончил реальное училище. Под влиянием созданного в то время в Уфе кружка любителей астрономии, именно астрономию он предполагал избрать своей специальностью, но по настоянию отца поступил в Уфимский политехнический институт. В эти годы у него завязалась оживлённая переписка с А.А. Чикиным по вопросам изготовления зеркал. В результате, когда в Оптическом институте оказалась свободная вакансия практиканта-оптика, Н.Г. Пономарёв оставляет учёбу в институте и переезжает в Петроград. Работая с А.А. Чикиным, он слушает в университете лекции по астрономии, физике и выполняет под руководством А.Н. Теренина и совместно с ним первую (из напечатанных) научную работу – сложное экспериментальное исследование оптического возбуждения в парах ртути.



*Николай Георгиевич Пономарёв
(1900–1942)*



*Первый советский рефлектор
Н.Г. Пономарёва*

Ещё при жизни А.А. Чикина Н.Г. Пономарёв самостоятельно изготавливал параболические зеркала, в частности 20-сантиметровое зеркало для Одесской обсерватории. После смерти учителя в 1924 году он заменяет его в ГОИ. В 1927 году под руководством Г.А. Шайна выполнил работу «Исследование способом Гартмана симметрических объективов».

К этому времени у Н.Г. Пономарёва возникает мысль о создании своими силами первого советского крупного рефлектора. Так как его идея многим тогда показалась неосуществимой, он перешёл в Ленинградский астрономический институт, предоставивший ему возможность работать над её осуществлением. Н.Г. Пономарёв создаёт в институте механические мастерские и привлекает к конструкторской работе Л.А. Сухарева и М.П. Померанцева.

В 1928 году Н.Г. Пономарёв был зачислен в аспирантуру при Пулковской обсерватории по специальности астрофизика-конструктора. В 1931 году он заканчивает аспирантуру, представив при этом проект конструкции 325-миллиметрового рефлектора, и возвращается в Астрономический институт, где уже ведётся постройка такого рефлектора для будущей горной обсерватории. В 1932 году первый советский рефлектор был изготовлен и 7 ноября установлен в Абастумани.



Н.Г. Пономарев, первый руководитель астрономической мастерской на Государственном оптическом заводе, демонстрирует целлостан

В 1934 году на ГОМЗе было создано первое в СССР конструкторское бюро астроприборостроения, возглавить которое пригласили Н.Г. Пономарёва. Одной из первых работ коллектива КБ было проектирование целостатов экспедиционного типа для наблюдения полного солнечного затмения 19 июня 1936 года. Этой работе АН СССР дала такую оценку: *«Целостат, построенный оптическим заводом, совершеннее целостатов оптической фирмы, имеющей мировую известность»*. Во время испытаний новых астроприборов к Н.Г. Пономарёву пришёл устраиваться на работу молодой человек. Неординарный, работоспособный, не имевший никакого специального образования, он был принят в коллектив, который считался настоящей научной школой талантливых людей. Это был Баграт Константинович Иоаннисиани.

Для Б.К. Иоаннисиани, как и для многих оптиков, Н.Г. Пономарёв был Учителем с большой буквы. Работу с ним все оценивали как подарок судьбы. Он умел радоваться чужим успехам, побуждал к творческому поиску. При этом Николай Георгиевич умел и любил работать не только за чертежной доской, - у него были золотые руки. Телескоп диаметром 12 дюймов он сделал своими руками, от оптических стекол и до последнего винтика. Любые инструменты «пели» в его руках. Он виртуозно работал на токарном и фрезерном станках, умел и любил шлифовать оптику. А еще он был художником, прекрасно рисовал. В редкие свободные вечера все сотрудники КБ собиралось у Пономаревых дома, пели, танцевали, а Николай Георгиевич с удовольствием садился за пианино. Замечательным музыкантом был и Баграт Константинович. Он окончил музыкальную школу, был талантливым виолончелистом, но однажды понял, что *«музыка не забирает его целиком, что в душе остаётся слишком много места...»*.

Весной 1941 года Н.Г. Пономарёв и Д.Д. Максудов за создание Пулковского солнечного горизонтального телескопа были удостоены Сталинской премии. К этому времени Н.Г. Пономарёву удалось сплотить вокруг себя хороший коллектив молодых конструкторов в составе

разработавшего впоследствии ряд прекрасных приборов и удостоенного за это Ленинской премии Б.К. Иоаннисиани, М.П. Померанцева и А.А. Сухарева, известных конструкторов, позже погибших в Ленинграде в период блокады.

Во время Великой Отечественной войны Н.Г. Пономарёв остался вместе с заводом на оборонной работе в Ленинграде. В самые страшные дни блокады писал в Академию наук записку «К вопросу о применении азимутальной установки для больших телескопов-рефлекторов». Коченеющими от холода пальцами рука умирающего от дистрофии конструктора на линованном листке школьной тетради выводила текст записки, которая была обнаружена только через 25 лет и из которой приведем лишь несколько строк:

*«К вопросу о применении азимутальной установки для
больших телескопов-рефлекторов.*

Н.Г. Пономарев.

Акад. Наук. Главн. Астроном. Обсерв. Пулково.

17-1-42 г.»

...

«Применение азимутальной установки для больших современных светосильных телескопов-рефлекторов, несомненно, имеет большие перспективы и открывает возможности их построения иным, более современным путем. Эта установка, помимо своей простоты, обладает также большей устойчивостью, жесткостью и удобствами во время наблюдения».

В феврале 1942 года его эвакуируют в город Ковров Владимирской области, где 18 июля 1942 года от полученного во время блокады тяжёлого заболевания Н.Г. Пономарёв умер.

Судьба распорядилась так, что «письмо» от своего учителя Баграт Константинович получил только через 30 лет. Он говорил: *«Конечно, найди мы эти записки раньше, возможно, БТА вступил бы в строй намного раньше. Да, мы пришли к идее БТА без этих записок. Но не без Пономарёва. Советское астроприборостроение начиналось от него. Лично я считаю*

Николая Георгиевича Пономарёва одним из создателей БТА. Ведь идеи не горят и не теряются. Они – воспламеняются. Они – как свет от вспышки сверхновой звезды: как бы она ни была далека от нас, но все равно когда-то мы её увидим...».

Выдающийся вклад в развитие отечественного астрономического приборостроения внёс член-корреспондент АН СССР, доктор технических наук, профессор Дмитрий Дмитриевич Максutow. Дмитрий Дмитриевич родился в семье потомственного моряка в Одессе 23 апреля 1896 года. В возрасте 12–13 лет он приступил к изготовлению первого рефлектора диаметром 180 мм. Вскоре познакомился со статьями А.А. Чикина. Пользуясь его советами, Дмитрий Дмитриевич построил более совершенный инструмент диаметром 210 мм. Работы юного любителя астрономии и телескопостроения получили известность и в возрасте 15 лет он был избран членом Русского астрономического общества. В 1913 году окончил Одесский кадетский корпус с медалью за точные науки и с медалью за успехи в музыке и поступил в Николаевское Военно-инженерное училище в Петрограде, которое окончил в 1914 году. Осенью 1920 года он вновь оказался в Петрограде и поступил в Государственный оптический институт, где начал работу в должности мастера-оптика под руководством крупнейшего в те годы оптика-телескопостроителя А.А. Чикина. Дмитрий Дмитриевич всегда считал А.А. Чикина своим учителем, - его портрет всегда висел в кабинете напротив письменного стола. По семейным обстоятельствам весной 1921 года он вынужден был вернуться в Одессу. С ноября 1930 года по приглашению академика Д.С. Рождественского снова в Государственном оптическом институте. Здесь в полной мере раскрылся его талант оптотехника астрономического телескопостроения.

Работая в ГОИ, Д.Д. Максutow мечтал о выпуске отечественной промышленностью телескопов для астрономов любителей. Война нарушила его планы. Пришлось эвакуироваться из Ленинграда. В условиях войны эшелон медленно продвигался от Ленинграда к Йошкар-Оле.



Телескоп ЗТШ в заводских стенах и под куполом обсерватории

Мысли вновь и вновь невольно возвращались к проблеме создания школьного телескопа. Мысленные рассуждения естественным образом привели Дмитрия Дмитриевича к идее менисковых систем. 3 октября 1941 года в г. Йошкар-Ола Д.Д. Максудов закончил расчёт первого менискового телескопа типа Грегори диаметром 100 мм, а 26 октября телескоп был уже изготовлен и успешно опробован. В настоящее время этот исторический инструмент хранится в музее ГАО РАН в Пулково.



Первый в мире менисковый телескоп Максудова

Д.Д. Максудовым разработан целый ряд вариантов менисковых систем: менисковые Грегори, Кассегрен, Ньютон, менисковый Гершель, Мерсенн, брахиты, менисковый Росс и даже менисковый Шмидт. За заслуги перед

отечественной наукой Д.Д. Максудову присвоена учёная степень доктора технических наук (в 1941 году), профессора (в 1944 году) и члена-корреспондента АН СССР (в 1946 году).

Он награждён орденами «Знак почёта» (в 1943 году) и двумя орденами Ленина (в 1945 и 1963 годах), медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне». В 1946 году за изобретение новых оптических систем Д.Д. Максудов удостоен Сталинской премии.



Д.Д. Максудов

На всемирной выставке в Брюсселе в 1958 году менисковые телеобъективы Д.Д. Максудова получили гран-при. Публикация в журнале Оптического общества Америки в 1944 году сделала изобретение Д.Д. Максудова широко известным за рубежом, где стали появляться (особенно в США, Болгарии и Чехословакии) клубы любителей телескопостроения им. Максудова («Мак-клуб»).

Вскоре после войны отечественная промышленность выпустила несколько сравнительно крупных менисковых телескопов диаметром 500 мм: АСИ-2 - для астрофизического института в Алма-Ате (1950 год, конструктор Б.К. Иоаннисиани), МТМ-500 - для Пулковской и Крымской астрофизической обсерваторий (оба - в 1951 году), АЗТ-5 - для Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ) в

Москве (конструктор Павел Вадимович Добычин). В 1956 году в ГОИ был построен менисковый телескоп АС-32 диаметром 700 мм для Абастуманской обсерватории (конструктор Б.К. Иоаннисиани).

В это время на ГОМЗе были начаты проектные разработки рефлектора диаметром 2,6 м для Крымской астрофизической обсерватории. Рассматривались два проекта: на английской монтировке – проект П.В. Добычина и на вилке – проект Б.К. Иоаннисиани. После обстоятельных обсуждений был принят проект, предложенный Багратом Константиновичем.

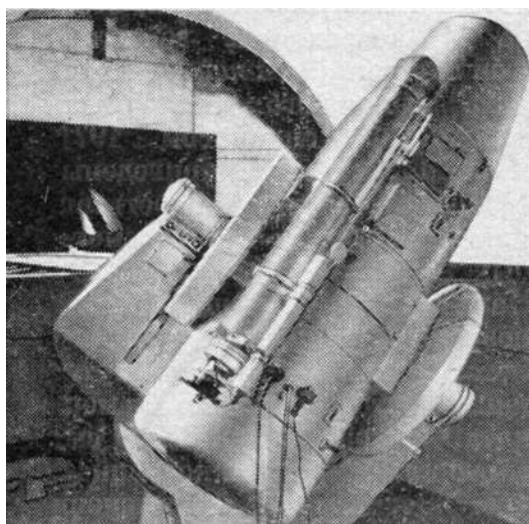
В 1960 году телескоп ЗТШ вступил в строй. Практически одновременно на южной базе ГАИШа вступил в строй рефлектор ЗТЭ диаметром 1250 мм (конструктор П.В. Добычин).

Д.Д. Максудов придавал большое значение выбору места для установки телескопов. Многочисленные экспедиции, обследовавшие юг СССР (Крым, Северный Кавказ, Среднюю Азию, Памир и даже Дальний Восток) были оснащены рассчитанными Д.Д. Максудовым и изготовленными в мастерских Пулковской обсерватории менисковыми телескопами ТЭМ-140 и АТЭМ-140, а позже – промышленными менисковыми экспедиционными телескопами АЗТ-7.

Одной из последних работ Д.Д. Максудова был расчёт оптики двухменискового астрографа АЗТ-16 с диаметром менисков 700 мм и зеркала 1000 мм. Два одинаковых мениска, обращённых вогнутыми поверхностями друг к другу по идее Д.Д. Максудова исключали появление в изображении хроматической аберрации увеличения. Этот телескоп был построен в ЛОМО (конструктор П.В. Добычин) в 1967 году для экспедиции Пулковской обсерватории в Южное полушарие и установлен на горе Серро-Робле в Чили. Он даёт настолько первоклассное изображение в пределах углового поля изображаемого пространства, равного $5^\circ \times 5^\circ$, что чилийские астрономы написали: «*Estoes Maksutov mas lindo en el Mundo y sus alrededores*» («Этот телескоп Максудова является лучшим на Земле и в её окрестностях») [4].



*Дмитрий Дмитриевич Максutow
(1896 – 1964)*



*Менисковый астрограф AZT-16
на горе Серро-Робле в Чили*

В прошлом году исполнилось 120 лет со дня рождения Д.Д.Максutowа. Выходец из татарских князей, Дмитрий Дмитриевич не только по паспорту был татаринoм, но и считал себя таковым. Он был очень музыкален, прекрасно играл на рояле и виолончели. Любимыми композиторами его были Скрябин, Рахманинов, Бетховен, Чайковский. Он также писал и стихи; одна тетрадь его стихов, написанных в 1918-19 годах в Харбине, хранится в архиве ГАО РАН в Пулкове.

В конце 1951 года Д.Д. Максutow обратился в Правительство с инициативой постройки в СССР крупного телескопа. В начале 1952 года Правительство СССР разрешило АН СССР начать предпроектные работы. Для целей проработки возможности постройки большого телескопа и решения ряда задач в Пулково был создан отдел астрономического приборостроения во главе с Д.Д. Максutowым. В составе отдела были созданы группы: расчёта оптических систем (рук. Д.Д. Максutow), разработки конструкции (рук. Б.К. Иоаннисиани), разработка принципов системы управления (рук. Н.Н. Михельсон), выбор места установки телескопа (рук. Н.И. Кучеров). Одной из сложнейших проблем был выбор монтировки для телескопа. Её проработка велась под руководством Б.К. Иоаннисиани.

Для испытания новых идей и принципов началась разработка рефлектора диаметром 700 мм, получивший название РМ-700 (рефлектор макетный). Кроме того, важно было убедиться в точности управления телескопом с помощью электронной цифровой управляющей машины. Общее руководство проектированием телескопа РМ-700 было поручено уже тогда известному конструктору Б.К. Иоаннисиани. Телескоп РМ-700 был введён в строй в 1962 году.



Главный конструктор БТА Б.К. Иоаннисиани

В отличие от большинства конструкторов Баграт Константинович никогда не шёл традиционными, проторенными путями, а всегда искал и находил нетривиальные решения. Так было и в этом случае. Анализируя массу телескопа и его весовые деформации, построенного на известных конструкциях параллактической монтировки, Баграт Константинович пришёл к выводу о невозможности их применения к построению конструкции большого телескопа.

Было вполне очевидно, что невозможно обеспечить управление с необходимой точностью телескопом, построенным на альт-азимутальной монтировке без применения электронной цифровой управляющей техники. Для моделирования управления телескопом, построенным на альт-азимутальной монтировке, молодым инженером Ю.С. Стрелецким под руководством Б.К. Иоаннисиани был сконструирован рефлектор АР-250

диаметром 250 мм.

Важной частью работ по управлению телескопами было создание фотоэлектрических следящих систем (фотогидов), которые вели бы телескоп за звездой с высокой точностью. К этим работам был привлечён коллектив специалистов Института автоматики. Возглавлял эту работу Юрий Алексеевич Сабинин, будущий заведующий кафедрой автоматики и телемеханики ЛИТМО.

Первый советский фотогид, разработанный группой специалистов Ю.А. Сабинина, был испытан в Пулково на телескопе АР-250. Результаты выполненных исследований были положены в основу технического задания на создание БТА, составленного совместно ГАО АН СССР и ЛОМО.



*Сотрудники ЛОМО, ГОИ и САО АН СССР,
участники создания зеркала БТА*

На X съезде Международного Астрономического Союза в 1958 году

председатель СМ СССР А.Н.Косыгин сообщил, что Советский Союз намерен построить телескоп с главным зеркалом диаметром 5 м. По предложению АН СССР и Государственного Комитета по оборонной технике 25 марта 1960 года Совет министров СССР принял постановление о разработке телескопа-рефлектора с главным зеркалом диаметром 6 метров (головное предприятие-разработчик – ЛОМО, главный конструктор – Б.К. Иоаннисиани).

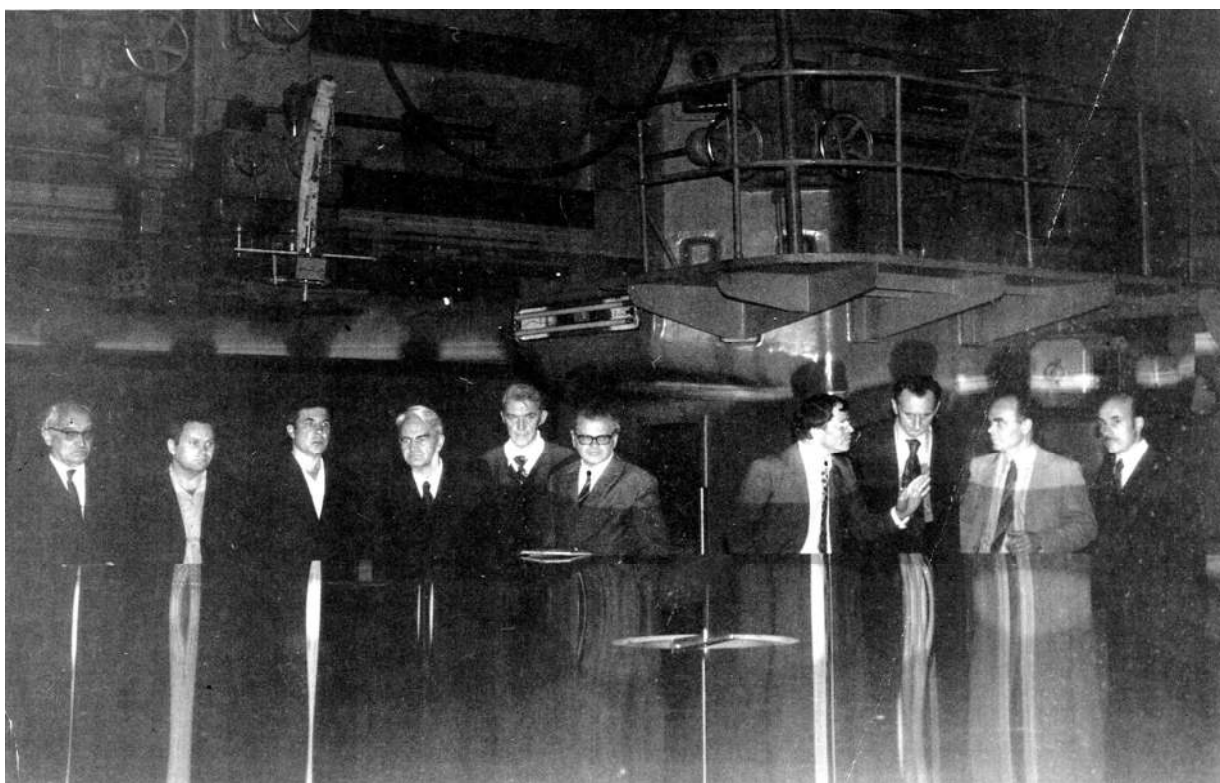
В ноябре 1960 года на заседании Астросовета АН СССР и Межведомственного Совета (МВС) по БТА (Большой Телескоп Азимутальный) утверждён аванпроект шестиметрового телескопа на альт-азимутальной монтировке. Баграту Константиновичу удалось собрать коллектив высококвалифицированных специалистов, способных решать самые сложные проблемы астрономического приборостроения. Среди безусловно талантливых сотрудников этого коллектива следует вспомнить таких конструкторов, как заместитель и «правая рука» Баграта Константиновича - Владимир Александрович Ковалёв, ветеран Великой Отечественной войны Василий Николаевич Павлов, Александр Семёнович Васильев и др. Проблемы управления телескопом решал коллектив сотрудников под руководством начальника электротехнической лаборатории Ефима Мееровича Неплохова, проблемы оплотехники телескопа решали сотрудники лаборатории Ивана Константиновича Павлова. Эффективность применения телескопа определяется диаметром главного зеркала и качеством обработки его поверхности. Главным технологом изготовления зеркала БТА был назначен главный оптик ЛОМО выпускник ЛИТМО 1957 года Геннадий Иванович Амур [5].

В 1973 году механические устройства, системы управления и навесная аппаратура телескопа были собраны и отлажены. Однако, с изготовлением главного зеркала возникли серьёзные проблемы. Ответственным за разработку средств контроля и аттестации формы поверхности зеркала, за успешное окончание обработки и сдачу зеркала заказчику Министр

оборонной промышленности С.А. Зверев [6] (выпускник ЛИТМО 1936 г.) назначил главного инженера ЦКБ ЛОМО В.А. Зверева [7] (выпускника ЛИТМО 1961 г.).

К этой работе были привлечены М.Н. Сокольский (выпускник ЛИТМО 1962 г.) - в настоящее время профессор базовой кафедры, В.К. Кирилловский (ныне профессор кафедры прикладной и компьютерной оптики), сотрудники Университета ИТМО С.А. Родионов, В.В. Усоскин, сотрудники ГОИ им. С.И. Вавилова И.И. Духопел, М.А. Уханов, Т.С. Коломийцова и Н.А. Гойко.

В мае месяце обработка зеркала была успешно завершена. Принимала зеркало комиссия АН СССР во главе с Президентом Академии академиком М.В. Келдышем



*В цехе ЛОМО у зеркала БТА (слева направо):
академик Владимир Александрович Котельников,
главный инженер ЦКБ ЛОМО Виктор Алексеевич Зверев,
главный оптик ЛОМО Геннадий Иванович Амур,
Президент АН СССР академик Мстислав Всеволодович Келдыш,
третий справа - академик Александр Михайлович Прохоров*



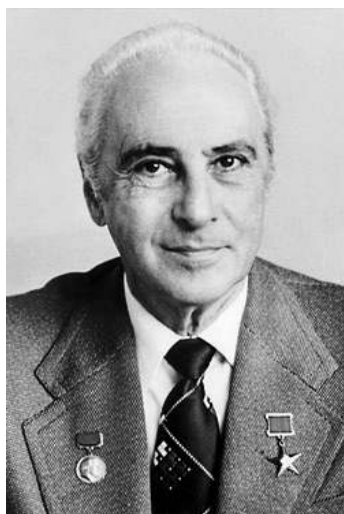
Главный оптик ЛОМО Г.И. Амур даёт пояснения Дмитрию Фёдоровичу Устинову, секретарю ЦК КПСС и куратору создания телескопа БТА (в это время В.А. Зверев приходит в себя после доклада высокой комиссии о достигнутых параметрах зеркала и ответов на вопросы)



*Лауреаты Ленинской премии (слева направо):
В.Н. Павлов, М.П. Панфилов, В.А. Зверев, Е.М. Неплохов, В.А. Ковалёв*

За создание крупнейшего в мире оптического телескопа принципиально новой конструкции с главным зеркалом диаметром шесть метров Постановлением Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР от 20 апреля 1978 года присуждена Ленинская премия Панфилову Михаилу Панфиловичу, генеральному директору, Звереву Виктору Алексеевичу, кандидату технических наук, главному инженеру ЦКБ, Неплохову Ефиму Мейеровичу, кандидату технических наук, начальнику лаборатории, Ковалёву Владимиру Александровичу, Павлову Василию Николаевичу, ведущим конструкторам, работникам Ленинградского оптико-механического объединения имени В.И. Ленина.

Главному конструктору телескопа Иоаннисиани Баграту Константиновичу, доктору технических наук, лауреату Ленинской премии, было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот».



Баграт Константинович Иоаннисиани (1911 – 1985)

Баграт Константинович Иоаннисиани родился в армянской семье в Ереване 23 октября 1911 года. В 2011 году по случаю столетия со дня рождения в Армении был выпущен конверт с портретом Б.К. Иоаннисиани, и за заслуги перед отечественной наукой Академия наук Армении присвоила Баграту Константиновичу без защиты диссертации учёную степень доктора технических наук.



Конверт с портретом Б.К. Иониссиани, выпущенный к 100-летию ученого

Настоящую публикацию посвящаем знаменательным датам со дня рождения творцов русской астрономической техники Дмитрия Дмитриевича Максutowa и Баграта Константиновича Иоаннисиани. При этом полагаем, что закончить сообщение уместно стихотворением «Багратион» одного из лучших поэтов России Николая Борисовича Рачкова.

Багратион

*Не зря, когда был ранен он
На Бородинском смертном поле,
Возликовал Наполеон,
Кутузов застонал от боли.
Ещё дышал. Ещё тоска
Таилась в обречённом теле.
«Ну что сражение? Как Москва?»—
Глаза надеждою горели.

В нём жизнь, страдальчески светясь,
Ещё дрожала, замирая.
«Так враг в Москве?» — и рухнул князь,
Бинты кровавые срывая.*

*И в тот момент в окне звезда
Зажглась в сияньи небывалом.
Грузинский князь, он навсегда
Остался русским генералом.*

*Ударили под облака
Колоколов церковных звоны...
Народ непобедим, пока
Есть у него багратионы.*

Список использованных источников:

1. Слюсарев Г.Г. Современный телескоп. / О.А. Мельников, Г.Г. Слюсарев, А.В. Марков, Н.Ф. Купревич. / Отв. ред. О.А. Мельников. М.: Наука, 1968. 320 с.
2. Муратов Сергей Владимирович – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/50/> [Дата обращения 05.07.2017]
3. Панайотов Л.А. Первый советский астрограф в Южном полушарии. / Земля и Вселенная, 1969, № 6. - Адрес доступа: <https://sites.google.com/site/zurnalysssr/home/zemla-i-vselennaa/-zemla-i-vselennaa-za-1969-god> [Дата обращения 05.07.2017]
4. Амур Геннадий Иванович – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/582/> [Дата обращения 05.07.2017]
5. Зверев Сергей Алексеевич – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/102/> [Дата обращения 05.07.2017]
6. Зверев Виктор Алексеевич – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/282/> [Дата обращения 05.07.2017]
7. Родионов Сергей Аронович – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/89/> [Дата обращения 05.07.2017]



*Плакат, посвященный 100-летию Б.К. Иоаннисиани
(из экспозиции Музея истории Университета ИТМО)*

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ОСНОВ ПРОИЗВОДСТВА ОПТИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

С.М. Латыев, И.Н. Тимошук

Исторические и археологические изыскания с несомненностью свидетельствуют о том, что в средние века наука на Руси находилась примерно в том же состоянии и на том же уровне, как и в других европейских странах. В известном трактате о ремеслах, составленном Теофилом, средневековым немецким ученым монахом, жившим в эпоху древней Руси, среди стран, прославленных своими художественными ремеслами, Русь поставлена на второе место, непосредственно после Византии – самого культурного европейского государства того времени. Татаро-монгольское нашествие и разобщенность княжеств губительно сказались на развитии науки и техники в нашей стране. В ночь на 7 января 1610 года знаменитый итальянский учёный Г. Галилей впервые направил изобретённый и изготовленный им оптический прибор на звездное небо. Эта дата считается в науке началом эпохи телескопических наблюдений. Это изобретение вскоре проникло и в Московскую Русь. В 1614 году, т.е. спустя четыре года после изобретения телескопа Галилеем, несколько зрительных труб было приобретено для царя Михаила Романова, а в 1630 году такие приборы продавали в торговых рядах Москвы. В то время на Руси использовались и другие оптические инструменты: очки, зажигательные стёкла, камеры-обскуры и др. Есть все основания предполагать, что Москва XVII века знала не только применение, но и производство оптики. Согласно данным первой московской переписи населения 1638 г. в Москве было восемь стеклянных и зеркальных дел мастеров. Как видно из дворцовых документов первой четверти XVII века, ремонтом зрительных труб занимался «часовник» Моисей Терентьев, пользовавшийся заслуженной славой искусного механика за изготовленные им для царя часы-перстень. И, тем не менее, организованная светская наука на Руси стала постепенно формироваться только в конце XVII века.

Эпоха великих преобразований, связанных с энергичной деятельностью Петра и его соратников, была вместе с тем эпохой зарождения в России астрономической науки. История развития астрономической науки неразрывно связана с историей развития точных наук. Поэтому император Петр ввел в России изучение точных наук и их практические приложения, в частности, приложения астрономии, содействовавшей успехам любезной сердцу царя «навигацкой науки». В конце XVII века Европа уже продвигалась к капиталистической фазе своей истории и частично в нее вступала. В эпоху Петра перед Русским государством неотложно встала задача развития промышленности и решительного увеличения торговли и военной силы. Для всего этого требовалась большая и срочная помощь техники и науки. Петр упорно искал путей наиболее действенного и быстрого способа распространения науки в России. После многих попыток в качестве такого способа было принято создание русской Академии.

По замыслу Петра, русская Академия в силу исторических обстоятельств сама должна была сделаться источником, притом почти единственным и главным источником науки в России. 28 января был обнародован указ об учреждении Академии наук. В отличие от своих иностранных прообразов, Академия стала важным государственным, а не добровольным общественным органом. Не в пример иностранным академиям, русская Академия в первое же десятилетие своего существования обладала превосходными для своего времени вспомогательными учреждениями, большим физическим кабинетом с несколькими сотнями приборов, химической лабораторией астрономической обсерваторией, анатомическим театром, хорошей типографией и граверной «палатой», механическими и оптическими мастерскими, библиотекой. Почти все, что было достигнуто в области науки в России в XVIII веке, непосредственно или косвенно исходило из Петербургской Академии. Способ распространения науки, избранный Петром, оказался правильным.

В 1747 году действительный член Петербургской академии наук Леонард Эйлер (1707-1783) предложил идею создания ахроматического объектива микроскопа. Фундаментальная работа Л. Эйлера в области геометрической оптики нашла отражение в его трехтомной «Диоптрике», вышедшей в 1761-1771 годах. О вопросах, рассмотренных в «Диоптрике», дает достаточно конкретное представление опубликованная в 1774 году Н. Фуссом - учеником Л. Эйлера работа «Подробное наставление по приведению телескопов самых разнообразных видов к наивысшей возможной степени совершенства, извлеченное из диоптрической теории господина Эйлера старшего и доступно изложенное для всех мастеров этого дела, с описанием микроскопа, который можно считать наиболее совершенным в своем роде и который может давать любые желательные увеличения».

Можно с уверенностью утверждать, что гений Ломоносова мог развернуться в полной мере потому, что вместе с ним выросла русская Академия, послужившая для него необходимой родной почвой. Конструированием и изготовлением различных оптических инструментов (зажигательных стекол, так называемых ночезрительных труб и т.д.) М.В. Ломоносов занимался на протяжении всей своей творческой деятельности. Им разработаны несколько разновидностей зеркальных телескопов, отличающихся от широко известных в то время рефлекторов Грегори и Ньютона.

В 1784 году была опубликована работа действительного члена Петербургской Академии наук Франца Ульриха Теодора Эпинуса (1724-1802): «Ахроматический микроскоп новой конструкции, пригодный для рассматривания объектов в свете, отраженном их поверхностью». В этом же году микроскоп Ф.Эпинуса был изготовлен. В укомплектованном шестью сменными объективами ахроматическом микроскопе Ф. Эпинуса предусмотрена возможность плавного изменения увеличения за счет изменения расстояния между предметом и изображением (изменением длины

тубуса). Таким образом, благодаря трудам Л. Эйлера, его ученика Н. Фусса, Ф. Эпинуса и других именно в России была разработана и осуществлена первая в мире конструкция ахроматического микроскопа переменного увеличения.

К началу XIX века в значительной мере в результате деятельности Академии в Петербурге по-новому и с большим успехом разрабатывались важнейшие проблемы науки того времени. Важно отметить, что в первые десятилетия деятельности Академии все латинские речи академиков переводились и издавались на русском языке. Русский язык стал предметом глубоких филологических изысканий Ломоносова, Тредьяковского и других ученых и поэтов. В XVIII веке и в начале XIX века русская Академия была вообще синонимом русской науки.

В 1769 году Екатерина II, пораженная талантом мастера, назначила Ивана Петровича Кулибина заведующим механической мастерской Петербургской АН. Изготовлением оптических приборов И.П. Кулибин занимался еще в Нижнем Новгороде до отъезда в Петербург. Там он в 1764-1766 гг. самостоятельно сконструировал и изготовил один микроскоп и два зеркальных телескопа системы Грегори, из которых *«видна была Балахна весьма близко, хотя и с темнотою, но чисто»*. Если при этом учесть, что промышленный город Балахна находился в 32 км от Нижнего Новгорода, то увеличение телескопов было весьма большим. Один из биографов И.П. Кулибина, профессор А. Ершов, в середине XIX в. писал, что *«Одних этих изобретений было бы достаточно для увековечения имени славного механика. Мы говорим изобретений, потому, что обтачивать стекла, делать металлические зеркала и чудные механизмы в Нижнем Новгороде без всякого пособия и образца, - это значит изобретать способы для этих построений.»* Своим пытливым умом Иван Петрович сумел прийти к определению фокусных расстояний линз и зеркал, раскрыть секрет сплава для изготовления металлического зеркала, придумать и построить станок для шлифовки и полировки линз и зеркал.

Однако, «благодарные» потомки результатов достижений выдающихся отечественных подвижников предали забвению.

Уровень развития науки и техники определяется достигнутым уровнем экономического развития страны. Наша историческая наука убеждала нас в прошлом веке, что Россия очнулась от вековой спячки после октябрьской революции. В подтверждение этого нередко приводят авторитетное мнение «выдающегося учёного всех времён и народов» Уинстона Черчилля, который писал, что он (Сталин) принял Россию с сохой, а оставил её оснащённой атомным оружием. Если справедливость второго утверждения очевидна, то по поводу первого можно привести следующие факты.

Пятерка крупнейших экономик мира в конце 1913 года состоит из пяти стран: Великобритания, Германия, Россия, США и Франция. Положение экономик можно оценить на основе доли ВВП каждой страны в мировом производстве. Доля Великобритании составляет 8.65%, Германии – 8.52%, России (без польских губерний и Финляндии) – 9.07%, США – 23.49%, Франции – 5.91%. То есть на *конец 1913 года Россия была второй экономикой мира после США. По темпам роста населения Россия лидировала в группе крупнейших экономик мира. Однако, по темпам роста душевого ВВП значительно отставала от США, но обгоняла Германию, Великобританию и Францию.* Заметим, кстати, что в ту пору Россия экспортировала не сырую нефть, а только продукты ее переработки.

Достигнутый уровень развития экономики и культуры формируется всей предысторией развития государства. Поэтому исторический аспект этого процесса представляется весьма важным для понимания истоков гражданского и военного подвигов народа.

К началу Первой мировой войны в России существовало достаточно много оптических мастерских и заводов, производивших сравнительно большими сериями простые оптические приборы и мелкими сериями сложные. В справочной литературе дореволюционной России «оптическими» назывались предприятия, занимавшиеся изготовлением физических,

оптических, математических, геодезических приборов, а также хирургических инструментов и медицинских принадлежностей. Большинство таких предприятий находилось в Москве и Петербурге.

К сожалению, об их существовании сейчас известно только узкому кругу музейных работников, хотя инструменты, выпускавшиеся этими фирмами, по своему качеству не уступали, а в некоторых случаях даже превосходили изготавливаемые за границей. Многие из них были отмечены на международных выставках высшими наградами и призами.

- Основанная в период времени от 1837 до 1852 года швейцарским гражданином Федором (Теодором) Борисовичем Швабе, купцом 3-й гильдии, фирма «Ф. Швабе», от небольшого магазина по продаже исключительно очков, пенсне и других мелких оптических принадлежностей, полученных из-за границы, и мастерской по их ремонту, к 1914 году выросла до Акционерного Общества «Фабрика медицинских, физических, химических, геодезических, астрономических аппаратов и инструментов» с основным капиталом в 1.000.000 руб., численностью рабочих – 300 человек, годовым оборотом 1.200.000 руб., с собственной фабричной торговой маркой, утверждённой Департаментом торговли и промышленности. Перед войной в Акционерное Общество «Ф. Швабе» из Петербурга приезжает военный инженер, штабс-капитан Василий Иванович Четыркин. Он размещает на фирме заказ на изготовление своего изобретения – прицела по самолетам, получившего название «дальномер капитана Четыркина». Прицел приобрело военное ведомство, а сам Четыркин получил звание подполковника и пакет акций АО «Ф. Швабе». Экземпляр прицела Четыркина выставлен в Музее Артиллерии и Ракетный Войск.

- В 1877 году в Санкт-Петербурге баварский подданный Иван Яковлевич (по документам Теодор-Иоган) Урлауб, купец 2-й гильдии, оптик по образованию, основал фирму «Фабрика оптических инструментов» по производству и продаже оптических инструментов. Фирма производила офицерские бинокли, зрительные приборы, очки, пенсне, лорнеты, лупы,

микроскопы и особенно специализировалась на изготовлении различных принадлежностей для исследования глаз, определения зрения и предупреждения слепоты. Уже в первые годы её существования С.-Петербургскую фабрику оптических инструментов И.Я. Урлауба избрали своим поставщиком многие военные, гражданские и частные учреждения. Следует заметить, что на фабрике Урлауба работали только русские рабочие (в основном, выходцы из Тверской губернии). На фабрике была организована подготовка мастеров оптического дела.

- Официальной датой основания фирмы Франца Зегера считается 1846 год. Однако первые сведения о фирме относятся к 1852 году. В этом году Франц Зегер, московский купец 3-й гильдии, открывает, в Москве, в Столешниковом переулке, магазин и заведение оптических, физических и математических инструментов. Очень скоро его фирма завоёвывает авторитет среди потребителей. *«Магазин г. Зегера наполнен всякого рода оптическими, физическими и математическими принадлежностями, как-то: телескопами, зрительными трубками, микроскопами, ареометрами, лорнетами, гидрометрами, термометрами и очками, замечательными в особенности по достоинству своих стекол. Сверх всего здесь приготовляются также машины для лечения нервных и параличных болезней, и гальвано-электромагнитные снаряды профессоров Фарадея и Келли; ровно термометров и других подобных снарядов для г-д сахароваров. Все означенного рода инструменты принимаются также и в починку; при сем нельзя не отдать справедливости г. Зегеру в том, что порученные ему вещи возвращаются не иначе, как после самого тщательного осмотра всех повреждений и исправления оных с должным искусством и прочностью».* Фирма просуществовала до 1917 года.

- Петр Иванович Громов мальчиком был привезен в Москву из Симбирской губернии и отдан в обучение на фабрику Ф. Швабе, где прошел путь от подмастерья и до заведующего отделением. Затем он уволился с фабрики и в 1895 году открыл собственную мастерскую по изготовлению

физико-механических и оптических приборов, находившуюся на Арбатской площади. В 1905 года Петр Иванович получает звание «Механик Императорского Московского Университета» и в 1905 –1911 годах, кроме своей мастерской, заведует мастерской Физического института Московского Университета. В эти годы его деятельность связана с работой выдающегося русского физика профессора Петра Николаевича Лебедева, именно в мастерской Петра Ивановича делались приборы, с которыми работал П.Н. Лебедев. Фирма П.И. Громова продавала оптические, физические приборы, учебно-наглядные пособия собственного изготовления и импортные, практически по всем разделам физики. Был выпущен каталог физических приборов и инструментов на 360 страницах и претерпел 2 издания. В настоящее время Каталог хранится в библиотеке Политехнического музея в Москве.

- После того, как 21 апреля 1785 года, императрица Екатерина II даровала самостоятельные права ремесленному сословию и ввела цеховое деление, Трындины стали первыми русскими оптиками, имевшими свою мастерскую в России. В это время в Императорском Московском Университете был организован физический кабинет, при устройстве которого Трындин Сергей Семенович получил первоначальное обучение по изготовлению физических приборов и через некоторое время основал в Москве свою оптическую мастерскую. Фирма Трындиных была основана в 1809 году. Основателем фирмы был Трындин Сергей Семенович, крестьянин старообрядец, пришедший в Москву из Владимирской губернии. Заметим, что мастерская Цейса была основана в 1846 году, а Лейтца – в 1849 году.

В 1809 году производство было расширено, и Трындины открыли первый в России оптический русский магазин. Этот год считается годом официального основания фирмы Трындиных. Первый русский оптический магазин находился в Москве, на Кузнецком мосту. В 1869 году фирма получила название фирмы «Е.С. Трындина Сыновья». К концу XIX века фирма из маленькой мастерской превратилась в крупнейшее русское

предприятие точной механики. В 1914 году с целью увеличения объема производства выпускаемых изделий, а также для привлечения дополнительного капитала, Торговый дом «Е.С. Трындина С-вья» был преобразован в Торгово-промышленное Товарищество на паях «Е.С. Трындина С-вей в Москве». В каталоге фирмы к тому времени содержалась 8643 наименования различных приборов и изделий!

3 апреля 1922 года постановлением Президиума ВСНХ был учрежден трест Точной Механики, который объединил следующие национализированные предприятия: «Геофизика» – бывшую фирму «Ф. Швабе», «Невское Оптическое общество «Геоприбор» – бывшую фирму «Таубер и Цветков АО», «Авиаприбор» – бывшую фирму «Рейнина», а также завод «Метрон» – бывшую фирму «Е.С. Трындина Сыновей». Контора треста находилась в помещении бывшего магазина фирмы «Ф. Швабе» по адресу Кузнецкий мост, 16.

В 1933 году был ликвидирован Трест Точной Механики и завод «Метрон» переходит в подчинение Всесоюзного объединения точной индустрии (ВОТИ). В 1937 году завод «Метрон» переименован в «Государственный союзный завод № 214» и переходит в подчинение Наркомата Оборонной промышленности. К 1938 году, на «Заводе №214» проведена реконструкция цехов и участков, усилены технические службы. Изучаются новые технологические процессы, проектируется и изготавливается технологическая оснастка и контрольно-поверочная аппаратура применительно к производству авиационной техники. Завод начинает выпускать первые партии автопилотов. К 1941 году завод выпускал широкий спектр оборонной продукции, а также продукции для военной и гражданской авиации.

В 1941 году, несмотря на все трудности того времени, в короткие сроки завод был полностью эвакуирован в Свердловск и при этом сохранил всё оборудование и коллектив высококвалифицированных рабочих. На новом

месте завод быстро освоился, строил новые цеха, бараки для рабочих, а самое главное наращивал выпуск продукции для фронта.

После войны в 1946 году на базе «Завода № 214» создан «Уральский приборостроительный завод».

В конце XX столетия в связи с применением в военном деле всё более совершенных дальнобойных орудий необходимо было начать производство оптических прицелов для достижения более точной наводки на цель. Главным производителем дальнобойной крупнокалиберной артиллерии для армии и флота был Обуховский сталелитейный и орудийный завод, который и должен был снабжать дальнобойные орудия усовершенствованными прицельными приборами.

После войны с Японией в 1904-1905 годах была осознана необходимость создания и государственной поддержки оптико-механической промышленности, т.к. армия и флот не имели достаточного количества хороших прицелов, дальномеров, перископов, биноклей, панорам, буссолей. На базе Обуховского сталелитейного и орудийного завода, производившего крупное дальнобойное вооружение, в 1905 году открыта первая в России государственная оптико-механическая мастерская, которая стала первым предприятием в царской России по изготовлению оптических приборов для военных надобностей. Первый выпуск механико-оптического и часового отделений Петербургского ремесленного училища, который состоялся в 1905 году, был целиком направлен именно в оптическую мастерскую Обуховского завода.

Инициаторами создания мастерской были академик, генерал-лейтенант Алексей Николаевич Крылов и инженер-генерал Яков Николаевич Перепелкин. Мастерская была призвана оснащать армию и флот прицелами, дальномерами и зрительными призмёнными трубами для прицелов, сконструированных Я.Н. Перепёлкиным и принятых в производство под марками: прицелы образца 1906 года и образца 1908 года.



*Алексей Николаевич Крылов
(1863-1945)*



*Яков Николаевич Перепёлкин
(1874-1935)*

Но для армии и флота нужны были также оптические наблюдательные приборы: бинокли, стереотрубы и угломерные: буссоли и панорамные прицельные трубы для полевой артиллерии. Этой потребности не могла удовлетворить вновь организованная мастерская. Поэтому русское правительство заключило договор с фирмами Цейсс и Герц (Германия), которые должны были организовать свои филиалы в Риге для снабжения военных ведомств полевыми призмными биноклями, стереотрубами и прямыми зрительными трубами (филиал фирмы Цейсс) и полевыми панорамами, биноклями и стереотрубами (филиал фирмы Герц). В 1911 г. был открыт филиал завода Герца, а в 1912г. – завода Цейса.

Первым руководителем мастерской Обуховского завода был К.С. Герцик, ранее работавший на оптическом заводе Краусса в Париже. Первые же работы по созданию оптико-механических устройств показали, что для успешного развития дела необходимо более серьёзное научное руководство. Большая заслуга А.Н. Крылова, назначенного в то время председателем Морского технического комитета, заключалась в том, что он сумел привлечь к работе в мастерской профессора А.Л. Гершуна.



Львович Гершун (1868 – 1915)

Профессор Санкт-Петербургского Университета, заведующий кафедрой общей физики Артиллерийского офицерского класса в Кронштадте Александр Львович Гершун был приглашён в 1907 году в мастерскую сначала консультантом, а затем с осени 1909 года он был назначен заведующим оптическим отделом. Его помощником был талантливый морской офицер, инженер Константин Евгеньевич Солодилов. Летом 1910 года был приглашён из-за границы Г.В. Ахт, получивший специальную подготовку по расчёту оптических систем на заводах Герца в Берлине и Фохтлендера в Брауншвейге.

В 1908 году отдел получил от военного министерства первый крупный заказ на 2000 полевых панорам типа панорам Герца – приборов, которые по сложности и точности изготовления превосходили всё, до того времени изготавливавшееся в мастерских. Необходимо заметить, что к тому времени такие приборы производились монопольно только заводом Герц в Германии.

В 1908 году отдел получил от военного министерства первый крупный заказ на 2000 полевых панорам типа панорам Герца – приборов, которые по сложности и точности изготовления превосходили всё, до того времени изготавливавшееся в мастерских. Необходимо заметить, что к тому времени такие приборы производились монопольно только заводом Герц в Германии.

Первые партии полевых панорам были изготовлены оптическим отделом в 1911 году.

На базе мастерской разрабатывались первые отечественные дальномеры. Сконструированный А.Н. Крыловым в 1907 г. новый дифференциальный дальномер был изготовлен в оптической мастерской Обуховского завода при непосредственном участии А.Л. Гершуна и Я.Н. Перепелкина. Испытания прошли в навигацию 1911г. Впоследствии этот дальномер стал одним из самых необходимых приборов на каждом корабле.

Производство приборов, сконструированных А.Н. Крыловым, велось в оптико-механической мастерской завода в течение нескольких лет. После посещения заводов Барра и Струда в Глазго, основных производителей оптико-механических приборов для флота, Я.Н. Перепелкин писал А.Н. Крылову: *«Вообразите себе, Алексей Николаевич, что я увидел прибор... Ваш, который вы делали для определения отклонения целика. <...> Струд был весьма удивлен, когда я выказал в этом приборе полную осведомленность, я ему все же сказал, что Вами подобный прибор уже сделан и находится на испытании. Я думаю, что сделал хорошо, упомянув, что Вы уже сделали такой прибор, дабы впоследствии не вышло каких-либо недоразумений с англичанами».*

Качество приборов постепенно стало отвечать самым высоким требованиям того времени. Например, технические характеристики выпускавшихся с 1907 года биноклей были выше немецких и английских аналогов, а цена ниже заявленной иностранными конкурентами. Об их качестве интересное свидетельство оставил известный советский электротехник, один из создателей плана ГОЭЛРО М.А. Шателен, который

был связан с А.Л. Гершуном с конца 1890-х гг. совместной работой в Физическом обществе и в редакции научно-технического журнала «Электричество». Шателен писал: *«Изготавливавшиеся под руководством А.Л. Гершуна на Обуховском заводе бинокли превосходили все заграничные, в том числе и бинокли Цейса. В 1910 г. я шел на пароходе из Бремена в Нью-Йорк. По пути кто-то предложил устроить конкурс биноклей, имевшихся у пассажиров. У меня был бинокль (8-кратный), полученный от директора Обуховского завода в подарок за консультации по установке электронагревателей. Мой бинокль оказался лучшим, и никто не хотел верить, что он не цейсовский. Но один из немцев, знавший применение цейсовских биноклей, удостоверил, что бинокль не Цейса. Я не уверен все же, что мне поверили, что он русского производства».*

Начиная с 1914 г. оптический отдел Обуховского завода приступает к разработке и опытному изготовлению новых военно-оптических приборов: перископов для подводных лодок и крепостных установок, прицелов для пулемётов, винтовок и минных аппаратов, панорам для зенитных орудий, приборов оптической связи. Сотрудники оптических мастерских также были инициаторами и принимали участие в решении проблемы промышленного производства оптического стекла в России.

Многие исследователи отмечают, что в области оптического приборостроения Россия за короткий срок прошла путь, на который европейским странам потребовалось два столетия. Поначалу никто ни за рубежом, ни в самой России не мог поверить, что такое возможно.

И, тем не менее, производство оптических приборов оптическим отделом Обуховского завода и отделениями фирм Цейсс и Герц в Риге составляло только 30–40 % всех военных приборов, потребных для армии и флота; остальные оптические приборы покупали за границей.

Фирма Барр и Струд (Англия) поставляла оптические дальномеры, фирма Росс – прямые зрительные трубы 4^x увеличения для морских прицелов.

Фирма Цейс (Германия) поставляла бинокли, стереотрубы, зрительные прицельные трубы панкратического увеличения, перископические трубы для морских и крепостных башенных установок и в последние годы перед войной – дальномеры, перископы для подводных лодок, светосигнальные приборы. Фирма Герц поставляла бинокли, полевые панорамы, большие стереотрубы и в последние годы перед войной – оптические дальномеры и перископы для подводных лодок.

Фирма Краус (Франция) поставляла призмённые бинокли.

Фирма Офичино Галилео (Италия) поставляла по преимуществу перископы для подводных лодок.

Из изложенного следует очевидная зависимость обеспечения армии и флота оптическими приборами от иностранных фирм. К тому же оптические приборы, поставляемые иностранными фирмами, были не последним словом в военном деле. Эта зависимость становится ещё более наглядной, если учесть, что в большинстве случаев сырьё и, в первую очередь, оптическое стекло ввозились из Германии (фирма Шотт в Йене) и частично из Франции (фирма Парра Мантуа). Из-за границы ввозили также материалы для обработки стекла – наждаки, крокусы, алунд, химические продукты, лаки, краски, а также полуфабрикаты, инструменты и сортовые материалы цветных металлов.

В конечном счёте, вооружённость оптическими приборами перед началом войны 1914 года германской армии была неизмеримо выше русской армии. А между тем в России достаточно было людей изобретательных, энергичных, но их начинания утопали в море бюрократизма, косности и отсталости техники по точному приборостроению. Так, например, идея устройства приборов управления артиллерийским огнём (ПУАО) и центральной наводки (ЦН) для судовых артиллерийских установок возникла ещё в 1911–12 гг. и было начато изготовление этих приборов на бывшем заводе Эрикссон в Петрограде. Опытные приборы указанного назначения были собраны раньше, чем в других государствах, в частности раньше, чем в

Италии. Однако вследствие консерватизма правительства этому новому делу в России не было уделено должного внимания и завод Эриксон вошёл в контакт с итальянским правительством, которое использовало уже проделанный в России опыт и пошло дальше. В результате получилось, что через несколько лет итальянская оптическая промышленность в области построения ПУАО и ЦН далеко опередила царскую Россию.

К началу первой мировой войны в оптической мастерской Обуховского сталелитейного завода работало 230 человек. Специалистов-оптиков в России были единицы. Начавшаяся в 1914 году война заставила серьёзно задуматься над катастрофическим положением со снабжением русской армии и флота оптическими приборами.

Правительство ассигнует крупные суммы денег на расширение оптической мастерской на Обуховском заводе, заключает договор с английской фирмой братьев Ченс а постановку производства в России оптического стекла, субсидирует вновь организованное в 1914 году акционерное общество по постройке нового оптического завода в Петрограде на Чугунной улице (завод ГОМЗ, теперь ЛОМО). Таким образом вся тяжесть производства оптических военных приборов выпала на долю оптического отдела Обуховского завода и на филиалы заводов Герц и Цейсс в Риге. После начала первой мировой войны эти предприятия были переведены в собственность государства, эвакуированы в Петроград и объединены. В 1916 году на базе объединенных предприятий был создан первый в России государственный оптический завод — казенный Петроградский оптический завод Главного артиллерийского управления (ГАУ). В последующее десятилетие завод, получивший номер 19, неоднократно менял место расположения: Воронеж, Пермь, Подольск и, наконец, поселок Баньки в Павшинской волости Московского уезда (ныне Красногорск).

После Первой мировой войны и революции Оптические мастерские стали выпускать также и гражданские оптические приборы (например, школьные и поляризационные микроскопы). В 1930г. на базе мастерских был

создан «Ленинградский Оптико-Механический Завод» (ЛОМЗ), который в 1941г. был эвакуирован в Новосибирск. В 1945 г. завод был ликвидирован, а его оборудование, документация и специалисты переданы Новосибирскому приборостроительному заводу и Ленинградскому заводу ГОМЗ (будущая фирма ЛОМО).

В первые же месяцы войны выяснилось, что запасы стекла оказались далеко недостаточными и положение с производством оптических приборов становилось катастрофическим. Тогда бывшему Императорскому фарфоровому заводу в Петрограде (в настоящее время завод им. Ломоносова в Санкт-Петербурге) в начале 1915 года было предписано в срочном порядке приступить к организации производства оптического стекла. Сложное и трудоёмкое производство оптического стекла составляло в то время монополию лишь трёх фирм во всём мире: Шотт в Йене, Парра Мантуа в Париже и небольшой завод братьев Ченс в Англии и содержалось под большим секретом. В России не было ни одного человека, хотя бы сколько-нибудь знакомого с этим делом; совершенно не было литературы, посвящённой этому вопросу.

В таких тяжёлых условиях Н.Н. Качалов привлекает к разработке технологии варки оптического стекла выдающихся представителей физики, теоретической и прикладной химии России: Д.С. Рождественского, В.Е. Тищенко, Н.С. Курнакова, И.В. Гребенщикова, В.К. Грум-Гржимайло. Группа работников фарфорового завода посетила завод Ченса, ознакомилась там с технологическими процессами варки стекла и оборудованием. К лету 1916 года на заводе были построены специальные корпуса, и стали выпускаться первые партии оптического стекла. В дореволюционный период времени завод успел организовать производство только трёх сортов стекла невысокого качества по однородности и прозрачности.

Решается проблема и расчёта оптических систем: создаётся вычислительное бюро под руководством А.И. Тудоровского. К работам по

расчёту оптических систем привлекаются студенты Университета Е.Г. Яхонтов и Г.Г. Слюсарев.



*Член-корреспондент АН СССР
Николай Николаевич Качалов
(1883 – 1961)*

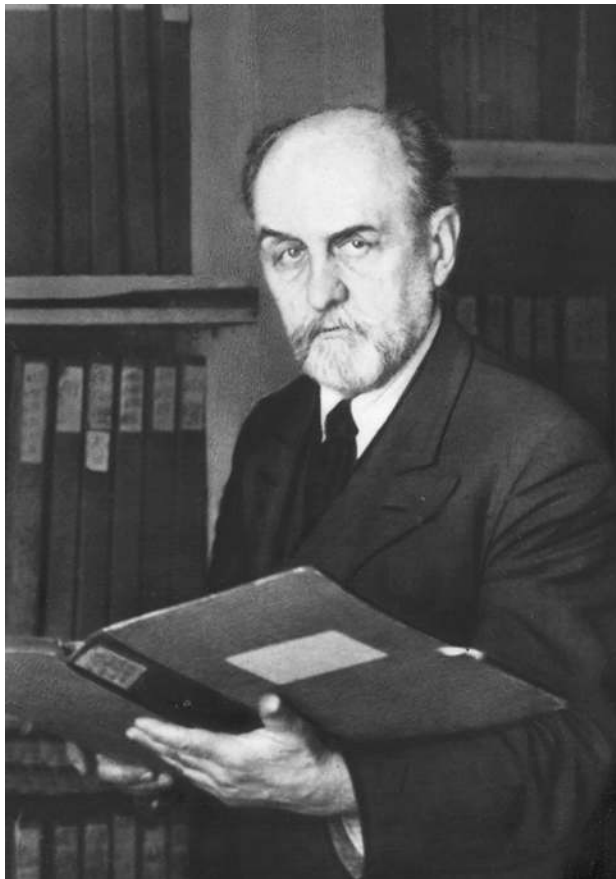


*Академик АН СССР
Илья Васильевич Гребеников
(1887 – 1953)*

В 1918 году был создан ряд научных институтов, в том числе Государственный оптический институт (ГОИ), который по замыслу должен был стать предприятием нового для того времени типа, тесно сочетающим фундаментальные, поисковые научные исследования с конкретными прикладными работами по оптическому приборостроению и по производству оптического стекла. Инициативный творческий труд трудящихся заводов, скреплённый союзом с наукой, быстро дал замечательные результаты. Так, например, заводы по производству стекла освоили и усовершенствовали сложные методы химического состава стекла основных марок, технологию варки, разделки и тонкого отжига стекла. Успехи были столь значительны, что в 1927 году наше государство смогло прекратить импорт стекла из-за границы. Был устранён основной тормоз развития отечественной оптико-механической промышленности.

В то же время была устранена и вторая причина, тормозившая развитие оптико-механической промышленности, – отсутствие методик расчёта и

конструирования приборов. Учёные ГОИ член-корреспондент АН СССР А.И. Тудоровский, профессор Г.Г. Слюсарев, Е.Г. Яхонтов создали систему конструирования оптических систем военных приборов, перевели эту систему на отечественные стёкла.



Член-корреспондент АН СССР Александр Илларионович Тудоровский

Залечив тяжёлые раны, нанесённые первой мировой и гражданской войнами, принимаются меры для развития оптического приборостроения. Сначала в 1925 году был создан Государственный трест оптико-механической промышленности (ТОМП), объединивший оптико-механические заводы, которые находились в подчинении различных ведомств, кроме военного. Затем в 1930 году было создано Всесоюзное объединение оптико-механической промышленности (ВООМП), объединившее заводы всех ведомств.

Одновременно с ВООМПом для разработки новых военных приборов и выпуска технической документации для их серийного производства были созданы Конструкторско-исследовательское бюро (КИБ), Бюро оптических

приборов (БОП) и Сектор технологических разработок. Руководство ими осуществляли А.П. Знаменский и С.Т. Цуккерман. Специалисты КИБ разработали и внедрили в производство ряд оптико-механических приборов: прицелы (пулемётный, танковый, авиационный), дальномеры (полевые и зенитные), наблюдательные приборы (бинокли, перископы-разведчики и казематные, аэрофотосъёмочные камеры, проявочная аппаратура и др.). В 1928–1930 годах была проведена модернизация оборудования и выпущена техническая документация, по которой осуществлён серийный выпуск панорам Герца и большой стереотрубы.

Огромное значение для развития отрасли оптического приборостроения имели работы БОП и КИБ по стандартизации – выпуск нормалей отрасли, намного опередивших создание ГОСТов. Были выпущены нормали на систему чертёжно-конструкторской и технологической документации, элементы конструкций, системы допусков, зубчатые зацепления, крепёжные, конструкционные и окулярные резьбы и др., проведён перевод измерений с дюймовой системы на метрическую, перевод зацеплений зубчатых колёс с циклоидальной системы на эвольвентную, выработана терминология технических и технологических указаний, создан каталог нормализованных деталей (уровни, наглазники, карданные соединения, ограничители и т.д.). Эти работы, как и подготовка кадров конструкторов и технологов, которые перешли на другие предприятия отрасли, определили её быстрое техническое развитие. Большая роль в развитии идей по созданию новых приборов и организации отрасли принадлежит Я.Н. Перепёлкину.

К руководству ВООМПом были привлечены выдвиженцы из числа передовых рабочих. Управляющим ВООМПом был назначен старый питерский рабочий, участник революционных боёв, бывший директор ГОМЗа А.Т. Трофимов; бывший матрос Балтийского флота И.А. Уваров назначается коммерческим директором Объединения, а затем директором ГОМЗа. Оба руководителя сыграли огромную роль в становлении и развитии

оптической промышленности. Они смело привлекали к ответственной работе молодых инженеров, таких как Л.П. Гуляев (главный конструктор ВООМПа), А.Л. Никитин (заведующий производством) и др. С особым вниманием они относились к учёным и специалистам старой школы и всемерно привлекали их к активной деятельности. Так, для работы в ВООМПе были приглашены видные специалисты того времени С.И. Фрейберг, Н.Н. Качалов и др.

Много времени и внимания уделялось подготовке кадров, для чего была создана сеть учебных заведений. В 1923 году открывается отделение геодезического инструментоведения на геодезическом фкультете Московского межевого института. На этом отделении впервые в СССР стали готовить инженеров, конструкторов и технологов оптико-механической специальности. Отделение в 1936 году было преобразовано в факультет. В 1930 году на базе техникума точной механики и оптики для подготовки высококвалифицированных специалистов-оптиков был основан ЛИТМО. В 1931 году на базе Ленинградского фотокинотехникума основан институт киноинженеров. В 1938 году в МВТУ им. Н.Э. Баумана на факультете приборостроения открывается кафедра оптико-механических приборов.

В 1932 году объём производства на предприятиях ВООМПа по сравнению с 1928 годом вырос более, чем в 10 раз. К 1938 году отрасль была в состоянии обеспечить требуемым количеством оптических приборов производство вооружения, а во второй пятилетке предполагалось перейти к работам по модернизации и созданию ряда новых приборов. К началу войны в каталоге военных оптических приборов содержались описания приборов для всех родов войск.

Труженики оптико-механической промышленности внесли достойный вклад в общее дело разгрома врага. В тяжёлых условиях военного времени на новых местах отрасль сумела бесперебойно обеспечивать армию и флот оптическими приборами необходимой номенклатуры. В 1942 году заводы отрасли снабдили оптическими приборами более 25,4 тысяч самолётов, около 25 тысяч танков, свыше 29,5 тысяч артиллерийских орудий и

реактивных миномётных установок и т.д. Всего за годы войны были поставлены оптические приборы для 490 тысяч орудий, 137 тысяч самолётов, почти 100 тысяч танков и самоходных орудий, сотен тысяч миномётов, громадное количество биноклей, прицелов для снайперских винтовок. ВМФ были поставлены оптические приборы для оборудования вновь построенных кораблей. Кроме этого, удовлетворялись запросы армии и флота в оптических приборах для различных вспомогательных целей.

Нарком вооружения Д.Ф. Устинов в одном из своих выступлений отметил: *«Оптико-механические заводы Наркомата вооружения бесперебойно обеспечивали нужды фронта военными приборами и, откликаясь на все запросы Красной Армии, наряду с модернизацией существующих образцов успешно разрабатывали новые типы и конструкции. За время войны разработано и поставлено на серийное производство 85 новых и модернизированных оптических приборов».*

Оптико-механическая промышленность достойно справилась с возложенной на неё задачей, оснастив армию совершенными оптическими приборами.

Список использованных источников:

1. Юдовина Т.С. Научная школа. Основоположники вычислительной оптики. Петербург–Ленинград. XX век. Санкт-Петербург. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 264 с. – Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди». Выпуск 12.
2. Бахрах А.М. Из истории оптического приборостроения. Очерки. Том I. / Под ред. академика АН УССР В.В. Данилевского. М.: ГН-ТИМЛ, 1951. 222 с.
3. К.Е. Солодилов Военные оптико-механические приборы. М.: Оборонгиз, 1940. 262 с.
4. Оптические приборы. / Оружие победы. // Под общей редакцией В.Н. Новикова. М.: Машиностроение, 1987. 512 с.

ФИРМА «Е.С. ТРЫНДИНА СЫНОВЕЙ»

Е.Н. Трындин

В июне 2019 года исполняется 210 лет со времени официального основания московской фирмы Трындиных. Это семейное предприятие по выпуску научных приборов и инструментов, своими корнями восходящее к концу XVIII в., внесло значительный вклад в отечественное приборостроение XIX – начала XX вв., в становление и развитие производства учебно-демонстрационной техники, лабораторного оборудования и наглядных пособий, в распространение технических знаний в русском обществе.

«Каждый из нас, Трындиных, обязан прилагать все старания к успеху и процветанию нашего торгового дома в полном единодушии и согласии», – эти строки из договора об образовании в 1902 г. Торгового дома «Е.С. Трындина Сыновей» можно в полной мере отнести ко всему периоду существования фирмы Трындиных. Четыре поколения с переменным успехом развивали традиции упорного и тщательного труда, постоянного обновления и усовершенствования производства, высоких требований к качеству продукции и квалификации работников. В истории семейного дела были разные периоды: и взлеты, и неудачи, и застой, но все Трындины были единодушны в одном – они всегда выпускали приборы и инструменты, предназначенные для точных измерений, научных исследований и медицинских целей, и номенклатура изделий фирмы постоянно расширялась. Менялись лишь акценты в деятельности предприятия: в 80-х годы XIX века важнейшим направлением было изготовление медицинских приборов и оборудования, хирургических инструментов и принадлежностей, в начале XX века в общем объеме выпускаемой продукции стали преобладать приборы и оборудование для учебных физических и химических лабораторий, учебно-наглядные пособия.

Основателем рода Трындиных в Москве и семейной фирмы стал Сергей Семенович Трындин, крестьянин-старообрядец, пришедший в Москву из Владимирской губернии. Родиной Трындиных является местность

Баглачево, Владимирского уезда, в 15 километрах на запад от Владимира за рекой Клязьмой, в сторону города Судогды.

Точных сведений о жизни С.С. Трындина не сохранилось; предположительные годы жизни: вторая половина 1750-х – начало 1820-х годов. Судя по источникам XIX века, С.С. Трындин *«прошел первоначальное обучение изготовлению физических приборов в физическом кабинете Императорского Московского университета»* [1] и в середине 1780-х годов открыл в Москве мастерскую по изготовлению и ремонту физических и математических инструментов и приборов.

Отмечая в 1885 г. столетний юбилей *«правильной организации ремесленного сословия»*, московская пресса писала: *«В 1785 г., когда Императрица Екатерина II даровала ремесленникам цеховое деление, предки Трындиных были первыми и единственными русскими оптиками, имевшими свою мастерскую в России и, таким образом, они невольно стали первыми представителями этого производства»* [2].

В 1809 году производство новых инструментов и приборов было налажено в таком объеме, что Трындины основали *«первый русский оптический магазин»* при мастерской (ныне – Кузнецкий мост, дом 16) [3].

Это событие и положило начало официальной летописи семейного дела московских купцов Трындиных. Во время Отечественной войны 1812 г. перед занятием неприятелем Москвы деятельность мастерской и магазина были прекращены, все станки, оборудование и изделия были спрятаны, и семья Трындиных перебралась на родину во Владимир. По окончании войны С.С. Трындин с семьей возвращается в Москву, вместе со старшими сыновьями восстанавливает работу магазина и значительно расширяет производство.

После смерти отца - Сергея Семеновича, мастерской и магазином владели его сыновья: Абрам и Егор. Владельцем считался Абрам. В 1830-х годах мастерская и магазин находятся на Лубянке в доме князя Голицына. Фирма продолжает выпускать физические и математические инструменты.

Проведение в Москве в 1831 г. выставки российских мануфактурных изделий дает возможность Абраму Сергеевичу продемонстрировать высокие технические достоинства своих изделий. Это был первый опыт выставочной деятельности Трындиных, и он оказался успешным. Абрам Сергеевич представил на выставку: уровень, астролябию, солнечные часы, циркули в футлярах, барометры, термометры и другие приборы. По итогам выставки предприятие Трындина было отмечено малой серебряной медалью [4]. В дальнейшем фирма Трындиных была экспонентом большинства российских выставок, и всегда высокое качество и тщательность отделки по достоинству оценивались специалистами и экспертами.

Весьма успешным было участие в выставке российских мануфактурных изделий в Санкт-Петербурге, в 1839 г. и организованной с большим по тем временам размахом: 1019 участников, 179000 посетителей. За выставленные физические и математические инструменты фирма получила большую серебряную медаль. Во время выставки А.С. Трындин был лично представлен императору Николаю Павловичу и «Высочайше пожалован золотой медалью «За полезное» на Владимирской ленте» [5].

Фирма становится постоянным поставщиком геодезических инструментов для различных межевых учреждений, солнечных часов и математических инструментов для учебных заведений.

В конце 1853 г. братья разделились, при этом отцовское заведение перешло к Егору Сергеевичу. Абрам Сергеевич совместно с сыном Иваном создал новое оптическое предприятие. После смерти Абрама Сергеевича в 1856 г. заведение, в котором в то время работало 25 человек, возглавил его сын Иван [6].

Однако в дальнейшем это оптическое заведение пришло в упадок, а сам владелец отошел от предпринимательской деятельности и последние годы жизни до кончины в январе 1873 г. преподавал геодезию в Константиновском межевом институте.

Предприятию, которое возглавил Егор Сергеевич, была уготована иная судьба. Егор Сергеевич развивал традиции семейного дела: предприятие выпускало новые физические, геодезические и математические инструменты, принимало заказы на ремонт и наладку приборов, поставляло свою продукцию различным государственным учреждениям, в том числе, и Московской дворцовой конторе: поставки физических и оптических инструментов Московскому императорскому двору начались еще в 1840-х годах. 29 декабря 1868 году Егор Сергеевич скончался и был похоронен, как и все Трындины, на Рогожском старообрядческом кладбище.

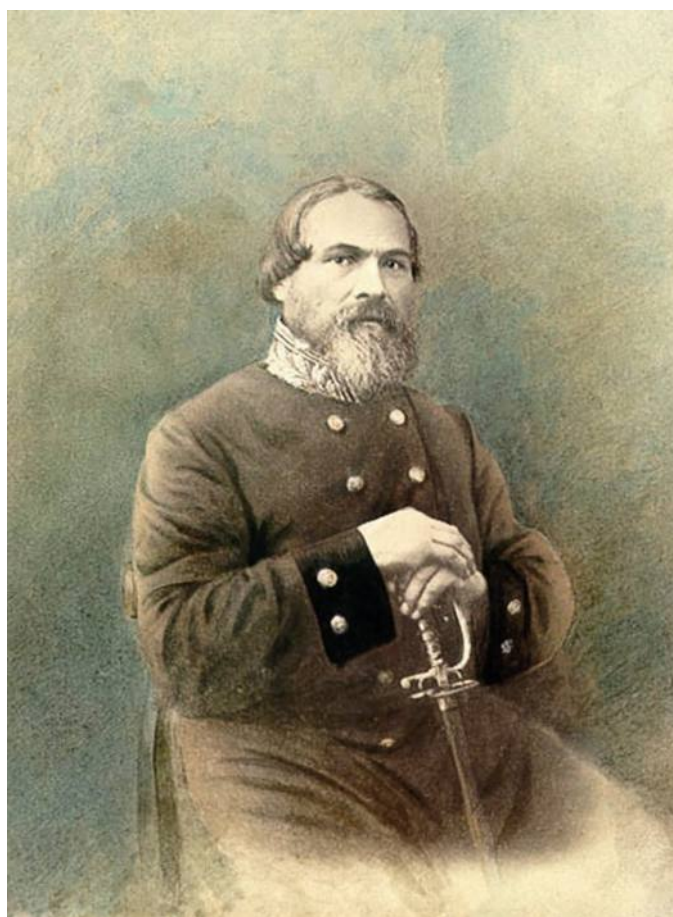


Рис.1. Егор Сергеевич Трындин – ратман Московского магистрата. 1862

Расцвет семейного предприятия приходится на конец XIX – начало XX века, когда к управлению фирмой пришли братья Сергей и Петр Егоровичи Трындины, открывшие в 1869г. фирму под названием «Е.С. Трындина Сыновья в Москве». Братья Трындины стали достойными продолжателями семейных традиций: именно при них фамильное дело из «очень маленького

магазина на Лубянке с продажей очков, астролябий и подзорных труб...» превратилось в одно из крупнейших оптико-механических производств России конца XIX века.

Сергей и Петр Егоровичи Трындины, возглавив семейное дело, решили поставить его на новые рельсы. Братья были очень молоды (Сергею – 21 год, а Петру не исполнилось еще и 17 лет), энергичны, полны смелых планов, – перейти от кустарной мастерской к развитому фабричному производству, наладить выпуск приборов и инструментов, не уступающих западным образцам.

Новая стратегия фирмы была впервые реализована в области производства медико-хирургических инструментов, изготовлением которых, наряду с выпуском физических приборов, Трындины занимались с давнего времени.



*Рис.2. Сергей Егорович Трындин.
1886 г.*



*Рис.3. Петр Егорович Трындин,
1876 г.*

В 1882 году фирма приняла участие во Всероссийской художественно-промышленной выставке в Москве. Изделия фирмы экспонировались по трем разделам: во II группе – научно-учебные произведения, в отделе Комиссии народных чтений и в павильоне Общества Красного Креста.

Торжественное освящение и открытие выставки последовало 20 мая 1882 года. Общее количество участников достигло 5872. Выставка

превратилась в национальный праздник, длившийся 131 день, её посетило 1.077200 человек. В начале сентября выставку посетила императорская чета с августейшим семейством; в эти дни по распоряжению московского генерал-губернатора выставка была закрыта для посетителей, впускались только экспоненты, их поверенные, а также лица, имевшие почетные билеты. Братья Трындины преподнесли гостям изделия собственного производства: 14-летнему наследнику Николаю Александровичу – готовальню, а великому князю Сергею Александровичу – барометр, за что были удостоены «Высочайшей благодарности Их Императорских Величеств» [7].

Фирма имела на выставке огромный успех и была отмечена многочисленными наградами. По представлению экспертной комиссии XIV группы С.Е. и П.Е.Трындины были награждены золотой медалью «за приготовление отличных хирургических инструментов, предметов: протеза, носилок, операционных столов, искусственных конечностей и костылей, за удачные усовершенствования в производстве и многолетнюю деятельность фирмы» [8]. Экспертная комиссия II группы представила Трындиных к награждению серебряной медалью «за отчетливое изготовление физических и хирургических приборов, и за стремление к усовершенствованию и расширению производства, значительных в настоящее время размеров» [9].



Рис.4. Стенд фирмы Трындиных на выставке 1882 г. в Москве.



Рис.5. Здание фабрики, 1904 г.

В 1884 г. владельцы фирмы приступили к строительству первой в России «паровой» фабрики физических приборов и хирургических инструментов. Торжественная закладка фабрики состоялась 6 мая 1884 года и была приурочена ко дню совершеннолетия наследника Николая Александровича за что братьям Трындиным была выражена в телеграмме от 8 мая 1884 г. *«Высочайшая Его Императорского Величества благодарность за сооружение первой паровой физико-хирургической фабрики»*. В сентябре того же года фабрика, оснащенная паровой машиной и 50-ю станками при 100 человек рабочих, была открыта [10]. Фабрика размещалась в новом трехэтажном каменном здании, построенном по проекту архитектора Августа Егоровича Вебера. Кроме основных мастерских, выпускавших приборы и инструменты, на фабрике были столярная, футлярная мастерские, кузница, гальваническое отделение, оптическое отделение и др.

При фабрике в 1885 году была создана опять же первая в России ремесленная школа для подготовки специалистов по изготовлению хирургических, ветеринарных и физико-механических инструментов. В школе жили и обучались 25 учеников. Из них младшие проходили элементарный курс (Закон Божий, русскую грамоту и арифметику), а старшие обучались физике, механике, черчению и, главным образом, знакомились с теорией инструментов, их назначением и употреблением.

В это же время существенно расширился магазин фирмы. С середины 1880-х гг. в нем работали несколько подразделений:

1. отдел физических, оптических, механических, технических, геодезических и др. приборов и инструментов;
2. отдел медицинских, хирургических инструментов и аппаратов, перевязочных материалов и больничных принадлежностей;
3. отдел ветеринарных инструментов и снарядов;
4. ортопедический кабинет – для наложения аппаратов и биндажей;
5. гипсовальный кабинет – для снятия мерок и гипсовых форм, по которым изготавливались аппараты;

6. склад химических аппаратов и посуды.

Каждое изделие, предназначенное для продажи, тщательно выверялось в проверочном кабинете. Небольшая астрономическая обсерватория, помещавшаяся в верхнем этаже здания, была приспособлена не только для наблюдений, но и для проверки всех оптических, геодезических и метеорологических инструментов приборов. Для удобства иногородних покупателей периодически издавались иллюстрированные каталоги по всем отраслям деятельности; ежегодно и бесплатно несколько десятков тысяч экземпляров рассылались по всей Российской империи. При конторе фирмы были организованы иностранные отделения конторы, закупавшие по всей Европе у лучших производителей оригинальные, самые современные приборы и инструменты и снабжавшие фирму новейшими сведениями об изобретениях в области ее специализации.

В том же 1885 году Трындины принимали участие во Всемирной выставке в Антверпене и были там единственными экспонентами от России в части хирургических инструментов и физических приборов. За высокое качество изделий фирма была награждена несколькими наградами: почетным дипломом от Бюро Всемирной выставки, золотой медалью за физические и серебряной – за хирургические инструменты. Комитет Русского отдела выставки ходатайствовал перед Министерством финансов о награждении фирмы высшей наградой Российской империи в торгово-промышленной сфере – правом изображать Государственный герб на своих изделиях. В июне 1886 г. фирма получила эту награду [11]

В 1896 году фирма приняла участие в Всероссийской промышленной и художественной выставке в Нижнем Новгороде – самой крупной в истории России. 19 июля научно-учебный отдел выставки посетила императорская чета. Братья Трындины преподнесли императорской чете «первый русский барометр собственного изделия». Дар был принят и по указанию императрицы Александры Федоровны 29 ноября отправлен в Царское Село [12]. По результатам выставки фирма была награждена правом

изображения Государственного герба повторно с формулировкой «За долговременное существование фирмы при постоянном расширении производства□ за весьма удовлетворительно исполненные приборы по физике и очень хорошие хирургические инструменты, а равно за хорошую постановку обучения учеников мастерству» [13]

По окончании выставки фирма пожертвовала для оснащения образцовой школы Министерства народного просвещения волшебный фонарь и 12 теневых картин к нему, которые ранее входили в выставочную экспозицию.

Фирма «Е.С. Трындина С-вей» представляла собой образец успешно развивающегося промышленного предприятия в сфере школьного образования и научного просветительства конца XIX – начала XX вв. С самого начала своего существования фирма рассматривала обеспечение учебных заведений научными приборами и учебно-наглядными пособиями как одно из главных направлений деятельности. Становление и развитие системы народного образования в стране в конце XIX – начале XX вв. сопровождалось выдвиганием на первый план «наглядности» при прохождении школьных дисциплин. Откликаясь на запросы времени, владельцы фирмы «Е.С. Трындина С-вей» с каждым годом увеличивали производство демонстрационных приборов и лабораторного оборудования для учебных заведений. В начале XX в. существенно расширилась номенклатура учебно-наглядных пособий и приборов, изготавливаемых фирмой, и эти изделия стали преобладать в общем объеме выпускаемой продукции.

Фирма не только изготавливала и продавала свои изделия, но и поставляла по всей России иностранные физические приборы. При создании в 1909 г. физического факультета Саратовского университета практически все физическое оборудование было получено из-за границы, в основном через фирму Трындиных, причем заказы обходились для университета на 15% дешевле зарубежных каталогов. К тому же «очередность поступления

оборудования была рассчитана так, чтобы курс читать не только с куском мела в руке, но и опытами и демонстрациями» [14].

К концу XIX века – к своему 90-летнему юбилею – фирма подошла с многопрофильным фабричным производством, оснащенным современной техникой, с миллионным оборотом и заграничными отделениями, отмеченная многочисленными наградами российских и международных выставок. Фирма стала единственной среди оптико-механических предприятий России, имеющей право размещать на своих изделиях и рекламных материалах изображения двух государственных гербов.

В июне 1902 года Сергей и Петр Егоровичи зарегистрировали Торговый дом в виде полного товарищества под маркой «Торговый дом Е.С. Трындина Сыновей». Основной капитал фирмы составлял 200 000 рублей по 100 000 рублей от каждого. Управление и распоряжение делами Торгового дома принадлежало обоим учредителям в равной доле. Владельцы фирмы задумали существенно расширить предприятие, а также построить новую обсерваторию. В 1902 году строительное отделение Московской городской управы разрешает произвести слом всех старых зданий по Б. Лубянке, на месте которых будет построен главный корпус магазина с обсерваторией, надстроить здание фабрики четвертым этажом и мансардой для устройства в ней фотографического ателье фирмы.

В январе 1904 года строительство было закончено, и это стало значительным событием не только для фирмы, но и для всего города. Церемония освящения и открытия нового магазина и обсерватории была подробно описана в ведущих московских газетах. Особый интерес у научной общественности вызвала новая обсерватория, созданная под руководством В.К. Цераского и при непосредственном участии П.К. Штернберга обсерватория была оборудована по последнему слову тогдашней техники; оборудование стоило более 20 тысяч рублей. Был установлен 6-дюймовый телескоп Рейнфельдера, вращавшийся с помощью часового механизма.

Перед астрономическими наблюдениями проводились объяснения с демонстрацией фотографий небесных светил в отдельной учебной аудитории, снабженной новейшими астрономическими и физическими приборами.



Рис.6. Фасад магазина, Москва, 1904 год

Здесь также имелся кабинет для чтения, где любители астрономии могли найти самые последние новинки в области астрономической науки. При обсерватории был устроен музей, в нем были собраны разные физические и астрономические приборы, представлявшие исторический интерес, так например, первые виды телефонов, первые фонографы и т.д. Астрономическая обсерватория была приспособлена также и для проверки всех оптических, геодезических и метеорологических инструментов.

Обновление оборудования, создание «самого обширного в России магазина» с новой образцовой физической лабораторией, отвечающей всем требованиям современной науки, дали возможность фирме не только существенно расширить производство, и занять одно из первых мест в России среди производителей научного оборудования, но и стать в ряды ведущих европейских фирм. Свидетельством международного признания

высокого качества изделий фирмы явилось присуждение ей в ноябре 1904 года высшей награды – «Grand Prix» на Международной выставке гигиены, помощи раненым и медицины, которая проходила в Париже [15].

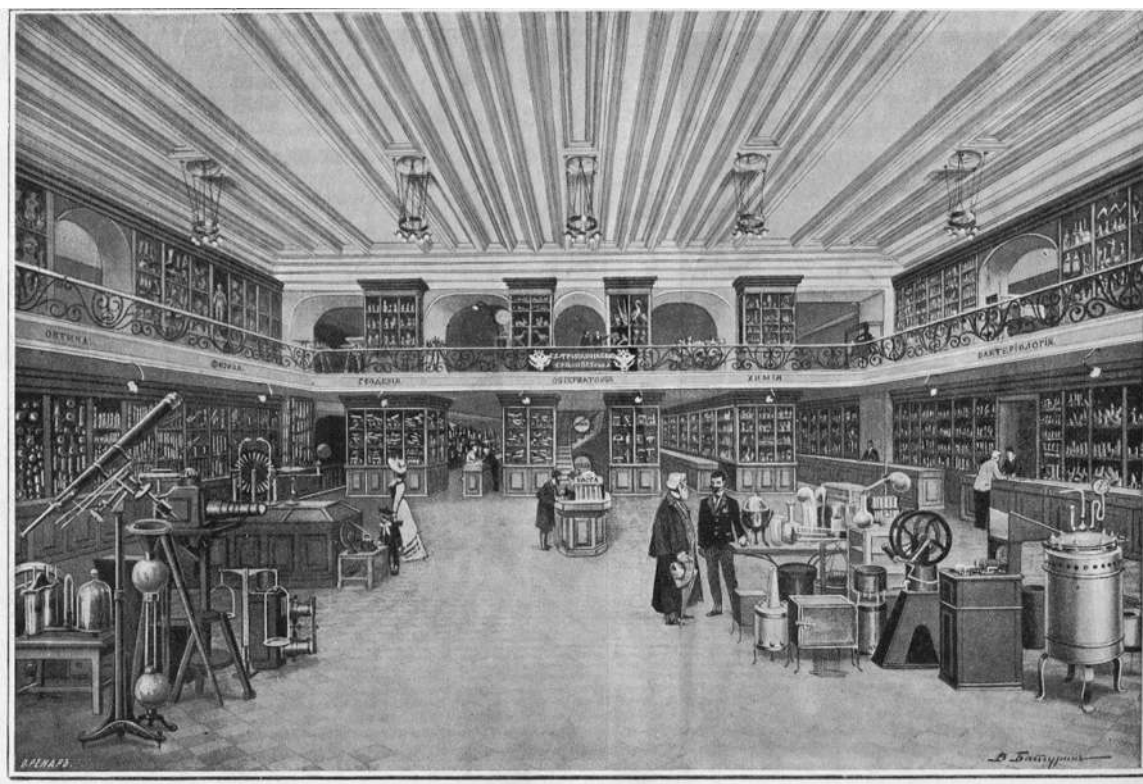


Рис.7. Внутренний вид магазина.

Литография с картины В.П. Батурина. 1904 год

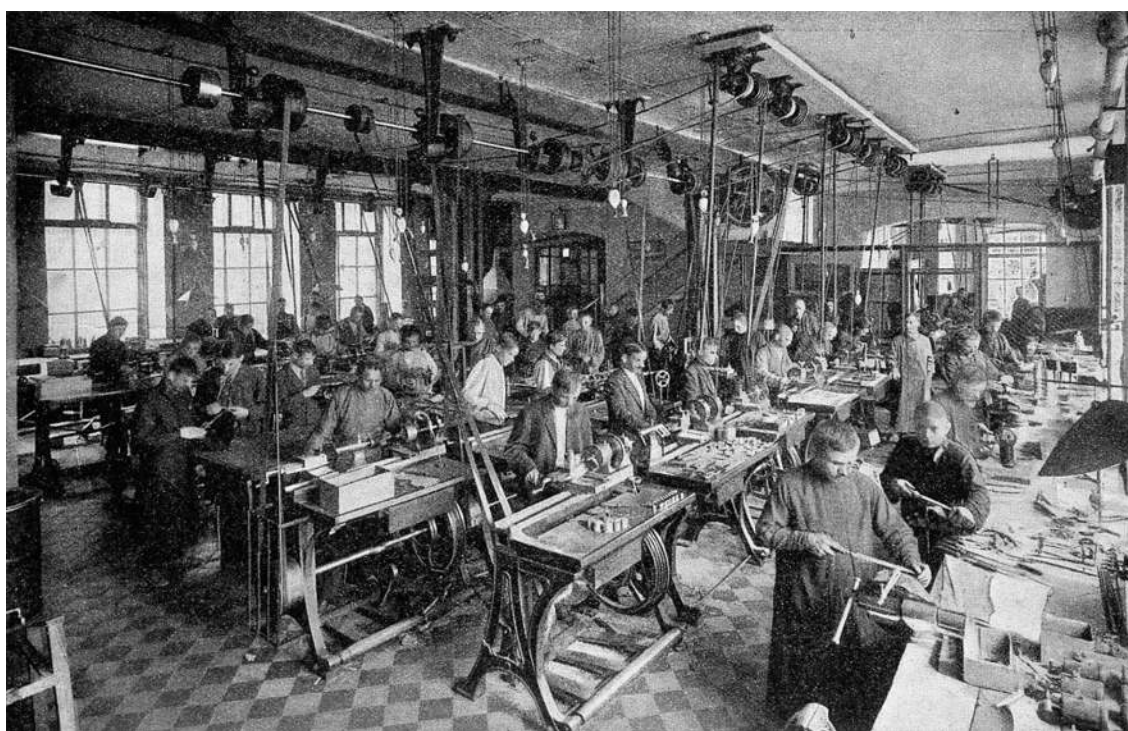


Рис.8. Фабрика: отделение физических и геодезических приборов

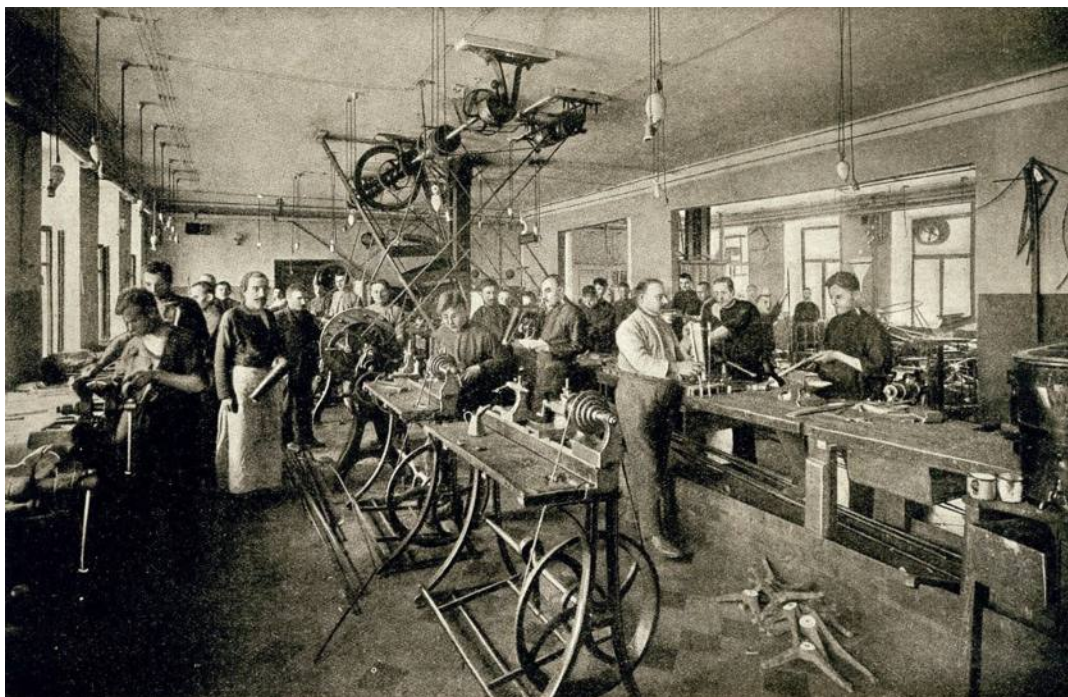


Рис.9. Фабрика: механическое отделение.

В июне 1909г. фирме исполнялось 100 лет. Обычно к своим юбилеям торгово-промышленные династии выпускали роскошные иллюстрированные издания, посвященные истории фамильного дела. Фирма «Е.С. Трындина Сыновей» тоже готовилась торжественно отметить свой юбилей. К этой дате был издан ряд каталогов с символикой 100-летия фирмы. Однако столетие фирмы Трындины не праздновали: смерть Петра Егоровича в марте 1909 г. сделали неуместными такие торжества.

После смерти отца, вторым учредителем Торгового дома и Техническим директором завода становится - Петр Петрович Трындин. Петр Петрович родился в 1886г. Одиннадцати лет Петр поступил учиться в Московскую Практическую академию коммерческих наук, которую окончил в мае 1905 г. кандидатом коммерции, с малой серебряной медалью. В том же году он начинает работать на фабрике Торгового дома «Е.С. Трындина С-вей».

В июне 1907 г. Петр Петрович, не оставляя работы на заводе, подает прошение ректору Московского университета с просьбой зачислить его

студентом естественного отделения физико-математического факультета. Просьба была незамедлительно удовлетворена, т.к. о приеме Петра Петровича в университет ходатайствовали известные ученые Николай Алексеевич Умов и Витольд Карлович Цераский. Петр Петрович окончил Московский университет в мае 1915 года.

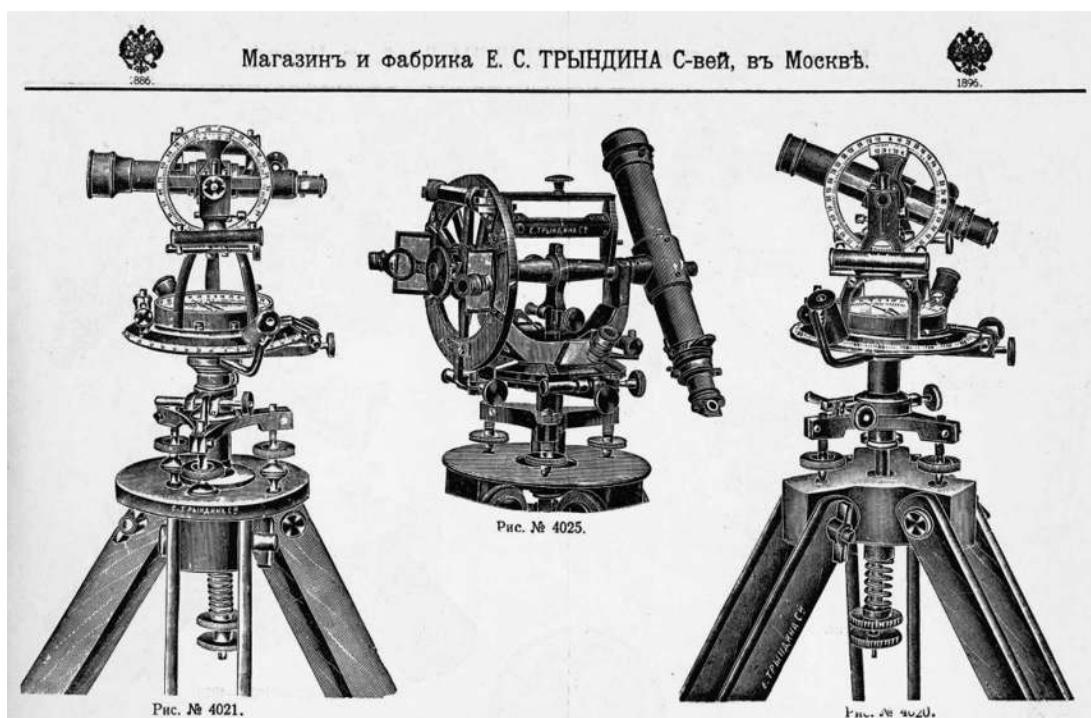


Рис.10. Теодолиты фирмы Трындиных. Начало XX века

На заводе под руководством Петра Петровича были разработаны конструкции и освоено изготовление новейших геодезических инструментов-теодолитов, угломеров, нивелиров и различных технологических аппаратов.

Под управлением Сергея Егоровича и Петра Петровича семейное дело продолжает укрупняться: в период 1909 – 1914 годов годовое производство растет с 75 000 до 200 000 рублей, количество рабочих с 100 до 200 человек [16].

Успешное развитие семейного дела побудило владельцев фирмы к дальнейшему расширению производства. Для привлечения дополнительных средств Трындины весной 1914 года учредили товарищество на паях под наименованием: «Торгово-промышленное Товарищество «Е.С. Трындина С-вей в Москве».

Основная часть паев, а, следовательно, и возможность принимать решения, находилась в руках бывших владельцев Торгового дома и их родственников. В 1914 году Товарищество приступило к строительству нового фабричного корпуса на 140 рабочих, который был построен и оборудован новейшими станками и инструментами в 1916 году при личном участии П.П. Трындина. Для технического переоснащения фабрики были закуплены новейшие станки и инструменты, что повысило производительность труда и снизило себестоимость выпускаемой продукции.

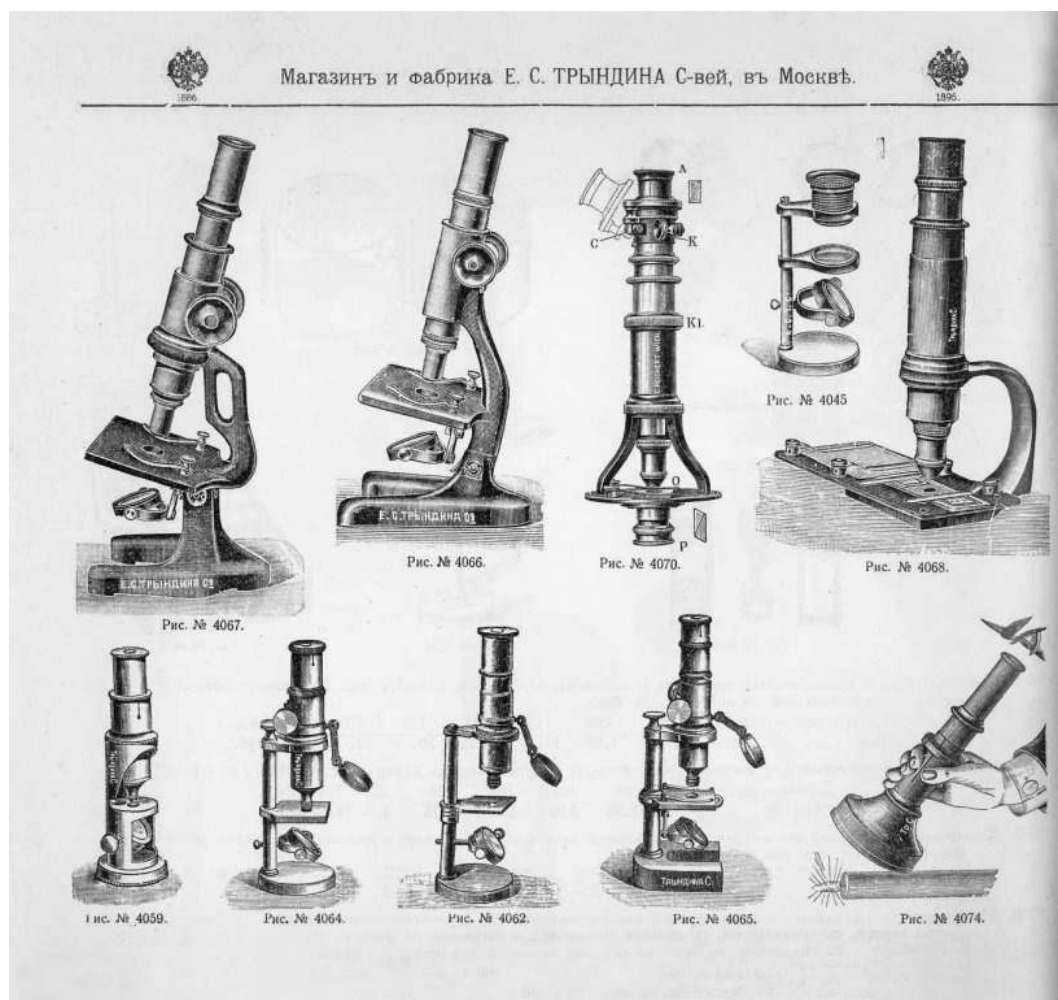


Рис.11. Микроскопы фирмы Трындиных. Начало XX века

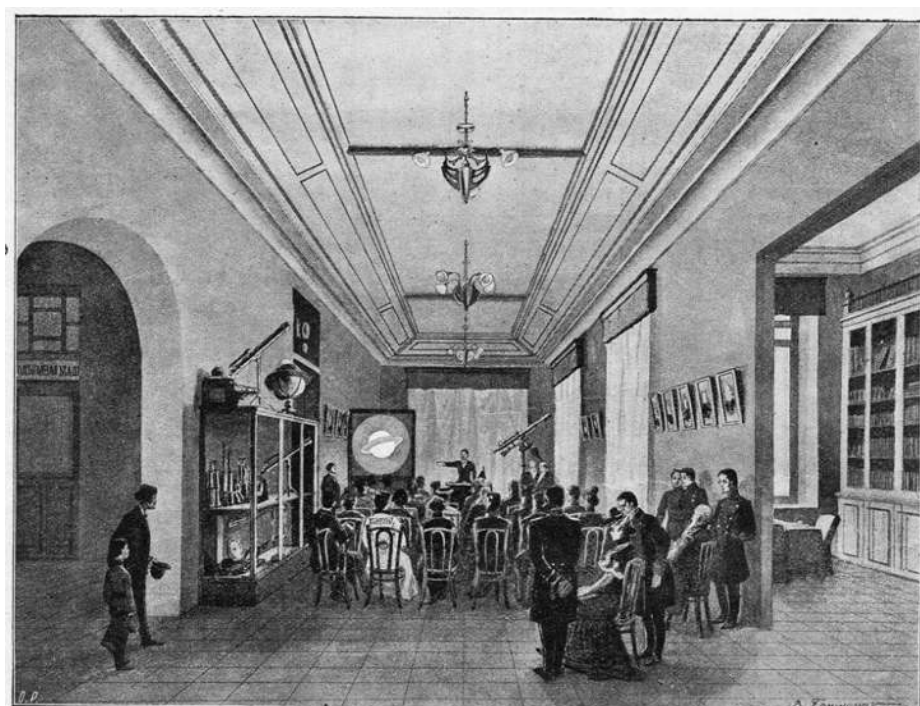
После смерти Сергея Егоровича в июле 1915 года председателем правления товарищества был избран Петр Петрович Трындин. Деятельность Товарищества в этот период проходила весьма успешно, рост производства сопровождался расширением номенклатуры выпускаемых изделий.

Дальнейшее развитие предприятия тормозилось недостатком фабричных площадей.



Физическая аудитория Е. С. ТРЫНДИНА С-вей.

Рис.12. Физическая аудитория фирмы Трындиных. Начало XX в



Астрономическая аудитория Е. С. ТРЫНДИНА С-вей.

Рис.13. Астрономическая аудитория фирмы.

Расширение фабрики в центре города стало невозможным, и Правление решило организовать новую фабрику на окраине. Однако планам постройки новой фабрики не суждено было сбыться.

Обстановка в стране в 1917 году никак не могла способствовать расширению производства, и сооружение новой фабрики было остановлено. В связи с резким подорожанием и нехваткой материалов, энергии и т.п. расходы Товарищества по изготовлению продукции возросли до «чрезвычайных» размеров, поэтому было решено продать всю принадлежавшую Товариществу землю, а деньги употребить на расширение торговых операций [17].

После октябрьского переворота 1917 года фирма Трындиных разделила участь большинства частных предприятий, которые не подверглись национализации в первую очередь. Сразу же единое торгово-промышленное предприятие было разделено на производственную и торговую часть [18]. Первое время руководство производственной частью товарищества «Е.С. Трындина С-вей» осуществлялось совместно правлением и фабрично-заводским комитетом под контролем землемерно-технического отдела Наркомзема. Техническое руководство было оставлено за П.П. Трындиным. Торговая часть фирмы управлялась комитетом служащих и комиссаром, назначенным Наркомздравом. Техническая школа, работавшая при фабрике с 1884 года, была закрыта.

В конце сентября 1920 года была национализирована и передана в управление Наркомздрава торговая часть фирмы – магазин.

С начала 1921 года национализируется и фабрика научных и геодезических приборов. После национализации фабрика Трындиных стала называться «Государственный завод экспериментальных и мерительных инструментов «Метрон».

В мае 1922 года завод «Метрон», на котором работало 65 человек (51 рабочий, 14 служащих), вошел в Государственный трест точной механики вместе с заводами «Геофизика», (бывшее «Швабе»), «Авиаприбор» (бывшее Рейнина), «Геоприбор» (бывший «Таубер и Цветков»), механическая мастерская (бывшее Громов), «Невское оптическое общество» (бывш. Таубер).

После национализации началось трагическое разрушение предприятия: сразу же исчезает из профиля предприятия производство учебно-демонстрационных приборов и наглядных пособий – направление, в котором фирма «Е.С. Трындина Сыновей» была ведущей в России, затем прекратилось изготовление геодезических приборов, медико-хирургических инструментов и операционной обстановки [19]. К середине 1925 года руководство треста узко специализирует завод на разработку и выпуск весоизмерительных приборов - главным образом, аналитических весов [20].

Тяжелым испытанием стали новые времена для семьи Трындиных. П.П. Трындин делает все возможное для спасения производства, кадровых работников и членов семьи. Он продолжает работать на заводе, осуществляет техническое руководство производством, участвует в его реконструкции. На первых порах ему удается остаться на предприятии, в стенах которого сложилась вся его жизнь: советская власть пока еще использует знания и опыт «старых» специалистов. Но постепенно его, несмотря на высокую квалификацию и глубокую образованность, все более и более отстраняют от производства, сужают постепенно круг обязанностей, и, наконец, совсем удаляют с завода. Сначала в феврале 1928 года П.П. Трындин был освобожден от должности технического руководителя завода «Метрон» и назначен заведующим техническим подотделом Правления треста. С этого момента пути П.П. Трындина и завода, с которым была связана вся его жизнь, разошлись. В Тресте точной механики П.П. Трындин проработал на разных руководящих должностях до июня 1932 года. В мае 1931 года комиссия «по чистке» аппарата Треста подвергнет резкой критике его деятельность в качестве руководителя подразделения Треста, ему объявлен выговор и он снят с административной работы в Тресте.

Репрессии 1937 года закономерным образом коснутся и его: 2 ноября 1937 года П.П. Трындин был арестован, ему были предъявлены вымышленные обвинения в антисоветских настроениях и восхвалении политики и промышленности фашистской Германии.

Несмотря на то, что Петр Петрович виновным себя ни в чем не признал, обвинительное заключение было утверждено и 23 ноября постановлением «тройки» при Управлении НКВД МО П.П. Трындин был осужден по статье 58 п.10 УК РСФСР и приговорен к расстрелу с формулировкой «за резкую контрреволюционную фашистскую деятельность» [21].

Петр Петрович закончил жизнь в расстрельном рву на Бутовском полигоне НКВД под Москвой. В эту ночь, 27 ноября 1937 года на Бутовском полигоне были расстреляны 159 человек [22]. П.П. Трындин был посмертно реабилитирован 27 июня 1989 года прокуратурой города Москвы.

К 1930-м годам ранее многопрофильное семейное предприятие с фабричным производством и торговой частью окончательно трансформируется в завод с узкой специализацией в области производства весоизмерительных приборов. В следующее десятилетие производство завода переводится на выпуск оборонной продукции, а именно, точных приборов для боевой авиации. В декабре 1936 года он был переименован в «Завод №214» и с 1939 года был передан в ведении Наркомата авиационной промышленности.

В октябре 1941 года завод был эвакуирован в город Свердловск (ныне Екатеринбург), и в дальнейшем на его базе сформировалось уникальное промышленное образование «Уральский приборостроительный завод» – один из крупнейших производителей авиационных приборов в стране.

Список использованных источников

- 1.Челюканов А. Краткий очерк фирмы Е.С. Трындина С–вей по случаю 85-летия существования фирмы и 25-летия деятельности её представителей братьев С.Е. и П.Е. Трындиных. - М., 1894. - С.3.
- 2.Ремесленная выставка 1885 г. в Москве. - М.: Прил. к журн. «Радуга» №21.1885. - С.2.
- 3.В 1880-х гг. там располагалась одна из старейших в России банкирская контора Юнкера (существовала до 1916).

4. Указатель произведений отечественной промышленности, находящихся на первой Московской выставке 1831 года. - М., 1831. - С. 97.
5. Челюканов А. Краткий очерк фирмы «Е.С. Трындина С-вей» по случаю 85-летия существования фирмы и 25-летия деятельности её представителей братьев С.Е. и П.Е. Трындиных. - М., 1894. - С.4.
6. ЦИАМ. Ф. 16, оп. 24, д. 4673. Л. 6.
7. РГИА. Ф.472. Оп.38 (413, 1933). Д.25. Л.14 об.
8. РГИА. Ф.230, оп. 12, д. 2286, л. 46.
9. Список экспонентов, удостоенных похвальных наград // Всероссийская художественно-промышленная выставка 1882 г. в Москве. - М., 1882. - С. 75.
10. ЦИАМ.Ф.16, оп. 27, д. 175, л.9.
11. РГИА. Ф.230. Оп. 12.Д.2286. Л.58.
12. РГИА. Ф.472. Оп.43. Д.94. Л.2.
13. Народное образование на Всероссийской выставке в Н.Новгороде в 1896 / Отчет заведующего XIX отделом Е. Ковалевского. - СПб. 1897.- 439 с.
14. Зёрнов В.Д. Записки русского интеллигента. - М.: Литагент «Индрик», 2005. - С. 161.
15. РГИА. Ф. 230, оп. 12, Д. 2286, л. 47.
16. Фабрично-заводские предприятия Российской империи. / Сост. Езиоранский Л.К. - СПб.: Изд. Торгового Дома А. Срока и К°, Т-во «Справочник», 1909. - 1451 с.
17. ЦИАМ. Ф.51. Оп.10. Д.1194. ЛЛ.1-12.
18. Российский государственный архив экономики (РГАЭ). Ф. 719, оп. 3, д. 7, л. 1.
19. РГАЭ. Ф. 719, оп. 1, д. 269, л. 122.
20. Баранцев А.А. Производство аналитических весов в СССР. // Точная индустрия, 1931, № 10. -С. 165.
21. ГАРФ. Ф.10035. Оп.2. Д.19292. Л.17. Бутовский полигон 1937-1938. // Книга памяти жертв политических репрессий. Т.2. - М.: Институт экспериментальной социологии, 1998. - С. 265.

ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОПТИКИ МИКРОСКОПА

Виноградова О.А., Фролов Д.Н.

Современный микроскоп является важным средством в развитии науки и техники. На протяжении длительного времени микроскоп применялся как визуальный прибор для рассматривания мелких деталей исследуемого объекта и его фотографирования. Применение в биологии физико-химических методов исследования вызвало потребность в получении количественной информации об изучаемом объекте и отдельных элементах его структуры; необходимость решения задачи определения оптических параметров минералов и руд, развитие фотоэмульсионного метода в ядерной физике привели к превращению микроскопа из наблюдательного прибора в измерительный.

В связи с развитием естественных наук и техники по мере необходимости создавались поляризационные, металлографические и другие новые типы микроскопов различного назначения. Применение ультрафиолетового и инфракрасного излучения в микроскопии значительно расширило область применения микроскопов. С появлением новых методов исследования в микроскопии (фазового контраста, интерференционного контраста, люминесцентного экспресс-анализа и т.д.) совершенствуются и сами микроскопы, превращаясь из наблюдательных и измерительных приборов в аналитические, оснащенные средствами электроники, автоматики и вычислительной техники.

Начало истории изготовления линзоподобных деталей лежит в глубокой древности [1, 2]. Среди других большая, хорошо сохранившаяся плосковыпуклая линза из горного хрусталя диаметром 55 мм в оправе (фокусное расстояние около 150 мм), изготовленная 2500 лет до нашей эры, была обнаружена Г. Шлиманом в 1890 году при его знаменитых раскопках Трои. Линзы из искусственно созданного материала – стекла, изготовленные в 600–400 гг. до Р.Х., были найдены в Саргоне (Месопотамия).

Двояковыпуклая линза из горного хрусталя диаметром 500 мм, изготовленная в 500 году, найдена в Швеции в 1877 году. Список найденных античных линз весьма обширен. Однако, первое достоверное описание способности линз создавать увеличенное изображение предмета мы находим в трудах монаха францисканского ордена Роджера Бэкона (1214–1294), выпускника Оксфордского университета, одного из замечательных ученых и мыслителей XIII века.

В одном из своих трудов Р. Бэкон писал: *«Прозрачные тела могут быть так обработаны, что отдаленные предметы покажутся приближенными и наоборот, так что на невероятном расстоянии будем читать малейшие буквы и различать мельчайшие вещи, а также будем в состоянии усматривать звезды, как пожелаем»*. Из этих строк со всей очевидностью следует, что автор прекрасно понимал свойства линз, выполненных в виде обратного телеобъектива, и понимал, что если фокальный отрезок, то оптическая сила, при этом линза превращается в однокомпонентную зрительную трубу, о чем, собственно, и пишет Р. Бэкон в конце фразы. Спустя более трех столетий подобную зрительную трубу, но из двух линзовых компонентов, изготовил выдающийся итальянский ученый Галилео Галилей (1564–1642).

Практически одновременно с изобретением зрительной трубы был изобретен и сложный микроскоп. Один из претендентов на изобретение сложного микроскопа – Г. Галилей обнаружил, что его зрительная труба в сильно раздвинутом состоянии позволяет сильно увеличивать мелкие предметы. Факт изобретения микроскопа Галилеем подтверждает его биограф Д. Вивiani: *«Изобретение телескопа привело великого мужа к изобретению микроскопа ... В 1612 году он послал один свой микроскоп польскому королю Казимиру»*. Термин «микроскоп», насколько известно, впервые был применен в 1625 году членом римской Академии Г. Фабером именно к построенному Галилеем прибору.



(1572—1633)

Известно, что микроскопы, изготовленные Корнелием Дреббелем из Алькмара в Голландии, показывали предмет в перевернутом виде. Отсюда следует, что микроскопы Дреббеля состояли из двух положительных (выпуклых) линз, дающих перевернутое изображение наблюдаемого предмета. В своей «Диоптрике» Христиан Гюйгенс писал: *«В 1621 году Дреббель, голландец, живший в Лондоне, был известен как обладатель таких сложных микроскопов и считался всеми их изобретателем»*. Сложный микроскоп, состоящий из двояковыпуклого объектива и двояко- или плосковыпуклого окуляра, явился прототипом современных сложных микроскопов. Обладая, однако, большим и неустранимым (при техническом уровне того времени) хроматизмом, сложный микроскоп не был в состоянии конкурировать с простой лупой.

Наиболее знаменитой личностью в истории микроскопии является Антони ван Левенгук (1632–1723), живший в голландском городе Дельфте, строивший и применявший для исследований простые микроскопы (по сути дела, короткофокусные лупы) с увеличением образованного изображения до трехсот крат [2]. Левенгук впервые наблюдал и описал мир

микроскопических организмов, в том числе и одноклеточных (бактерий). Для наблюдения движения кровяных телец в капиллярных сосудах хвоста молодого угря он даже построил специальный микроскоп.



Антони ван Левенгук (Antoni van Leeuwenhoek)

24 октября 1632 - 26 августа 1723

В 1698 году Левенгука посетил русский царь Петр I, находившийся в то время в Голландии. Несомненно, что сам Петр и его соратники закупили и привезли из своих зарубежных поездок ряд простых и сложных микроскопов для организованной в Петербурге Кунсткамеры. После создания Академии наук микроскопы перешли в ее ведение. Здесь они были под рукой у молодых русских ученых, возглавляемых М.В. Ломоносовым. Они могли, поэтому, не только по достоинству оценить значение этого оптического инструмента для развития биологии, медицины и других естественных наук, но и сами принять участие в его усовершенствовании.

В 1747 году действительный член Петербургской академии наук Леонард Эйлер (1707–1783) предложил идею создания ахроматического объектива микроскопа. Фундаментальная работа Л. Эйлера в области

геометрической оптики нашла отражение в его трехтомной «Диоптрике», вышедшей в 1769–1771 годах. О вопросах, рассмотренных в «Диоптрике», дает достаточно конкретное представление опубликованная в 1774 году Н. Фуссом – учеником Л. Эйлера – работа: *«Подробное наставление по приведению телескопов самых разнообразных видов к наивысшей возможной степени совершенства, извлеченное из диоптрической теории Г. Эйлера старшего и доступно изложенное для всех мастеров этого дела. С описанием микроскопа, который можно считать наиболее совершенным в своем роде и который может давать любые желательные увеличения»*.

В 1784 году была опубликована работа действительного члена Петербургской академии наук Франца Ульриха Теодора Эпинуса (1724–1802) *«Ахроматический микроскоп новой конструкции, пригодный для рассматривания объективов в свете, отраженном их поверхностью»*. В этом же году микроскоп Ф. Эпинуса был изготовлен.

Воспитатель императора Александра I – Ф.Ц. Лагарк видел этот инструмент и в письме к Ж.М. Фавру от 8 августа 1785 года об Эпинусе и его инструменте писал: *«Он только что усовершенствовал микроскоп до такой степени, что больше сделать невозможно. Каждый предмет виден с необыкновенной ясностью и сохраняет свою природную окраску. Это еще не единственное преимущество. Микроскоп приделан к подзорной трубе в три фута длиною, им можно управлять с необыкновенной легкостью, и, укорачивая или удлиняя трубу, можно видеть весь предмет или только его часть, достигая произвольного увеличения, если желают с большим или меньшим вниманием рассмотреть какую-либо часть его. Наконец, так как объектив находится на расстоянии 10 дюймов от предмета, а наблюдатель на три фута позади, то вы понимаете, сударь, что можно наблюдать за всеми движениями насекомых, не пугая их. Это изобретение представляет великую возможность для отечественной истории и наделает много шума, когда с ним более познакомятся»*. Это, весьма лаконичное, но предельно

четкое, описание микроскопа Ф. Эпинуса дает ясное представление о принципиальной схеме, положенной в основу его построения. Отсюда следует, что в укомплектованном шестью сменными объективами ахроматическом микроскопе Ф. Эпинуса предусмотрена возможность плавного изменения увеличения за счет изменения расстояния между предметом и изображением (за счет изменения длины тубуса).



Микроскопы XVIII века <http://ru.wikipedia.org>

Musée des Arts et Métiers, Paris (Музей Искусств и Ремёсел в Париже)

Таким образом, благодаря трудам Л. Эйлера, Н. Фусса, Ф.У.Т. Эпинуса и других именно в России была разработана и осуществлена первая в мире конструкция ахроматического микроскопа переменного увеличения. Идея изменения увеличения микроскопа путем изменения длины его тубуса не получила продолжения в последующих схемах. Тем не менее, сам факт ее осуществления имеет огромное значение для понимания развития прикладной оптики.

Работа по изготовлению двух ахроматических микроскопов была поручена немецкому оптику И.Г. Тидеману из Штутгарта на средства, отпущенные университетом в Дерпте (ныне Тарту). В 1808 году эти инструменты были изготовлены. Один из ахроматических микроскопов Эпинуса сохранился до наших дней и находится в Политехническом музее в Москве (принадлежит Институту истории, естествознания и техники РАН). Наиболее короткофокусный ($f=13$ мм) из шести объективов микроскопа имеет числовую апертуру $A=0,18$, которой соответствует полезное увеличение $\Gamma=180\times$. Практически увеличение можно было довести до $520\times$, а при раздвинутом тубусе – даже до $720\times$. Такое бесполезное увеличение делает изображение несколько нерезким. Теоретическая разрешающая способность микроскопа определяется в 640 лин/мм; практически он свободно разрешает 400 лин/мм.

В 1807 году голландский оптик ван Дейль опубликовал описание сконструированного им ахроматического микроскопа, который западноевропейские историки обычно признают первым удовлетворительным микроскопом-ахроматом. Однако, он во всех отношениях уступает микроскопу Эпинуса. Объективы ван Дейля, изготовленные в 1813 году, имеют апертуру не более 0,13 и разрешают 200 лин/мм. Еще менее совершенными были ахроматические микроскопы, которые в 1811 году начал выпускать известный оптик Иозеф Фраунгофер (1787–1826 гг.).

В первой половине XIX века возникло большое число оптических фирм, выпускающих микроскопы. Зачатки производства микроскопов в России, возникшие в XVIII веке, постепенно заглохли в начале XIX столетия. Впрочем, есть свидетельства, что около 1820 года оптическая мастерская при Казанском университете изготавливала микроскопы высокого качества. Однако, оптическая промышленность в России не развивалась, поскольку правительство предпочитало импортировать оптические приборы из-за рубежа.

Развитию микроскопии много содействовал итальянский оптик, ботаник и астроном Джамбаттиста Амичи (1786–1863). В 1827 году он разработал и изготовил объектив-ахромат с числовой апертурой 0,60 при хорошей коррекции аберраций. В 1844 году Амичи начал опыты применения водной и масляной иммерсии, приведшие в 1850 году к созданию объектива с водной иммерсией при апертуре 1,30. Однако, современные объективы с масляной иммерсией с числовой апертурой 1,50 стали возможными только после выдающихся работ немецкого оптика Эрнста Аббе (1840–1905), установившего закон синусов, позволяющий устранять кому в пределах малой величины предмета (в пределах малого линейного поля), что очень важно именно при больших апертурах. Кроме того, на основании развитой им теории образования изображения в микроскопе он внес ясность в вопрос о разрешающей способности микроскопа.



87. Ernst Abbe als junger Dozent in Jena,
etwa 1863/1864



Эрнст Карл Аббе (Ernst Karl Abbe)
(1840 -1905)

Под его руководством в 1872 году была рассчитана и изготовлена фирмой «К. Цейсс» в Йене серия первоклассных микрообъективов-ахроматов с различной апертурой до апертуры 1,50. В 1886 году фирма «К. Цейсс»,

руководимая Аббе, выпустила серию из восьми апохроматов (с компенсационными окулярами), а в 1888 году она создала апохромат с монокромнафталиновой иммерсией при апертуре 1,60. В 1938 году Г. Богехольд закончил работы по расчету серии объективов-планахроматов, отличающихся плоской поверхностью изображения.

Характеризуя роль творчества Аббе, академик Д.С. Рождественский писал: *«Аббе впервые ясно показал, что каждой остроте инструмента соответствует свой предел возможности. Нельзя грубыми пальцами обрабатывать даже мягкий материал с точностью до сотой доли миллиметра, для этого нужны тонкие инструменты. Тончайший же из всех инструментов – это длина волны. Нельзя видеть объекта меньше полудлины волны – утверждает дифракционная теория Аббе, и нельзя получить изображение меньше полудлины волны, то есть меньше 1/4 микрона ... Таким образом, гением Аббе установлено сознательное творчество в микроскопии и достигнуты пределы возможного»*. Теория образования изображения Э. Аббе получила развитие в трудах отечественных ученых Л.И. Мандельштама и академика Д.С. Рождественского.

Д.С. Рождественский ввел понятие об относительной некогерентности освещения, выражаемой отношением числовых апертур осветительного устройства (конденсора) и объектива микроскопа. Для создания оптимальных условий освещения в микроскопе сотрудником предприятия «К. Цейсс» Р. Рихтером еще в 1939 году было запатентовано осветительное устройство, содержащее панкратическую систему, назначение которой состояло в плавном изменении апертуры осветительного пучка при одновременном изменении величины освещаемого участка наблюдения [3]. Отечественный вариант такого осветительного устройства серийно выпускался под шифром ПК-3 и входил в комплект исследовательского биологического микроскопа МБИ-15 [4]. И, тем не менее, проблема согласования параметров осветительной системы микроскопа с параметрами сменных объективов и сегодня представляется весьма непростой.

Начиная с 30-х годов прошлого столетия, сначала на заводе «Прогресс», а затем на «ЛОМО» разрабатывались и серийно выпускались все известные типы микроскопов и принадлежностей к ним.

Министерство оборонной промышленности на XII пятилетку (1986-1990) учёным и инженерам ЛОМО и ГОИ поставило задачу создания и постановки на серийное производство полных комплектов объективов и окуляров для биологических, поляризационных, люминесцентных, металлографических и других (световых) микроскопов. Разработанные объективы должны формировать изображение предельно достижимого в то время качества изображения; применяемый в механической конструкции материал должен соответствовать прогрессивным методам изготовления объективов и окуляров.



Профессор А.П. Грамматин

В соответствии с заданным распределением работ проектированием оптических систем микрообъективов в ГОИ занимался профессор А.П. Грамматин и под его научным руководством его сотрудники. В ЛОМО разработку оптических систем микроскопов, формирующих изображение весьма высокого качества, выполняла выпускница ЛИТМО 1962 года, к.т.н. Т.А. Иванова и руководимая ею группа специалистов: кандидат технических наук Д.Н. Фролов, Демченко Н.П., Фокина А.С. и др.



Доцент базовой кафедры ЛИТМО на ЛОМО (1979-1985),

Иванова Татьяна Александровна

Разработка конструкции объективов и окуляров выполнялась под руководством начальника СКБ микроскопов Алексея Алексеевича Кулакова. Сборку опытных образцов наиболее сложных объективов выполняла весьма авторитетный среди специалистов многоопытный сборщик-механик Ольга Ивановна Литинская. В ЛИТМО разработку оптических систем согласованного перечня объективов по договору с ЛОМО выполнил профессор Л.Н. Андреев.



Профессор Лев Николаевич Андреев

Ответственность за выполнение работ в соответствии с «Отраслевой программой по разработке и освоению в серийном производстве объективов и окуляров для световых микроскопов» была возложена на заместителя

главного инженера ЛОМО по науке, профессора ЛИТМО В.А. Зверева. Все работы были выполнены в срок. Таким образом, можно смело сказать сегодня, что большой вклад в развитие оптики микроскопов внесли такие отечественные ученые профессора Университета ИТМО (ЛИТМО) Л.Н. Андреев, А.П. Грамматин, А.Н. Захарьевский, В.А. Зверев, М.М.Русинов и В.Н. Чуриловский, ведущие научные сотрудники ГОИ и ЛОМО д.т.н. В.А. Панов, Н.И. Поляков, Г.Е. Скворцов, Д.Н. Фролов и др.

Выпускаемые отечественной промышленностью микроскопы по своим оптическим характеристикам и конструктивному исполнению не уступают лучшим образцам передовых зарубежных фирм. В том большая заслуга Л.Н. Андреева [5, 6, 7], А.П. Грамматина, Т.А. Ивановой [8,9], В.А. Панова [10, 11], Т.И. Соколовой, Д.Н. Фролова [12] и др., которые своими теоретическими и экспериментальными исследованиями способствовали дальнейшему успешному развитию отечественной микроскопии.

Расчет оптических систем микроскопов и, в частности, микрообъективов-планапохроматов с повышенными оптическими характеристиками, является сложным и трудоемким делом [10]. Основным элементом в оптической системе микроскопа является объектив, который принято называть микрообъективом. Вопросы теории и практики проектирования линзовых объективов для микроскопов получили развитие в трудах Л.Н. Андреева, Т.А. Ивановой, Д.Н. Фролова, а зеркальных микрообъективов – в трудах В.А. Панова. Всякий последующий этап развития оптики микроскопа принципиально сводится к проектированию и постановке на производство новых комплектов микрообъективов, параметры которых не должны уступать параметрам лучших образцов микрообъективов зарубежных фирм при улучшенном качестве изображения. И в этом плане достигнуты весьма высокие результаты. Так, например, при планапохроматической коррекции аберраций в объективе ШП-ОПА-50БЭ-0 число Штреля в изображении осевой точки достигает 0,95, при этом число Штреля в изображении внеосевых точек не ниже 0,80 по всему полю.

При разработке оптической схемы осветительного устройства микроскопа решается, как правило, задача заполнения светом полевой и апертурной диафрагм при условии их полного открытия. Вполне очевидно, что осветительная система микроскопа наполняется в этом случае избыточным световым потоком, поступление которого в наблюдательную оптическую систему микроскопа ограничивается соответствующим изменением отверстий в полевой и апертурной диафрагмах. Известно, что устранить влияние рассеянного света в оптической системе на контраст образованного ею изображения практически не удастся даже в отсутствии избыточного светового потока, а поэтому в технической документации на оптический прибор допустимая величина рассеянного света, как правило, указывается. Исследование параметров осветительных систем микроскопа, уточнение требований к ним и поиск путей устранения необходимости в избыточном световом потоке выполнены в кандидатской диссертации О.А. Виноградовой на тему: «Анализ и оптимизация параметров осветительного устройства микроскопа», которую она защитила в СПбГУ ИТМО в 2006 году.

Список использованных источников

1. Гуриков В.А. Становление прикладной оптики. - М.: Наука, 1983. - 188 с.
2. Толанский С. Революция в оптике. - М.: Мир, 1971. - 223 с.
3. Зверев В.А., Иванова Т.А. Некоторые вопросы проектирования оптики приборов из базовых элементов. // *Оптико-механическая промышленность*, 1976, № 10. - С. 14 – 17.
4. Скворцов Г.Е., Панов В.А., Поляков Н.И., Федин Л.А. Микроскопы. - Л.: Машиностроение, 1969.- 512 с.
5. Андреев Л.Н. К методике расчета объективов микроскопа. // *ОМП*, 1960, № 8. - С. 6 -14.

6. Андреев Л.Н. Высокоапертурные безымерсионные планапохроматические объективы. // Труды ГОИ, 1970, т. 37, вып. 167.- С. 247.
7. Андреев Л.Н. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. техн. наук. - СПб.: 1978.
8. Иванова Т.А., Кирилловский В.К. Проектирование и контроль оптики микроскопов. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. - 231 с.
9. Иванова Т.А. Теория, методы проектирования и расчёта оптики микроскопов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. техн. наук.- СПб.: 1986.
10. Панов В.А., Андреев Л.Н. Оптика микроскопов. Расчет и проектирование. - Л.: Машиностроение, 1976. - 430 с.
11. Панов В.А. Исследование и методика абберационной коррекции зеркальных и зеркально-линзовых объективов микроскопов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. техн. наук. - М.: МИИГАиК 1971. - 32 с .
12. Фролов Д.Н. Анализ проблем композиции оптических систем световых микроскопов. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07. - СПб.: 2003. - 129 с.
13. Зверев В.А., Виноградова О.А., Фролов Д.Н. Анализ проблем оптимизации параметров оптической системы микроскопа. // *Оптический журнал*, Т. 78, 2011.- С. 59 - 65
14. Бахолдин А.В. Оптические микроскопы.- СПб: НИУ ИТМО, 2012. - 68 с.

ТЕЛЕСКОПЫ XIX–XX ВЕКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫХ РАЗВИТИЯ В XXI ВЕКЕ

Николаева Ю.С., Чухламов А.В.

Глаз с его замечательной способностью адаптироваться к очень широкому диапазону яркостей – от уровня яркости дневного неба к уровню яркости ночного – является не только приёмником подавляющего объёма необходимой человеку информации, но и приносит наблюдателю огромное эстетическое наслаждение.

Различимость звёзд во время сумерек – это сочетание контраста звёзд на фоне неба и адаптации глаз. Когда в результате вращения Земли Солнце опускается под горизонт на 18° , яркость неба в зените уменьшается в 400000 раз и наступает астрономическая ночь, при этом в ясную погоду вдали от света городских огней взору открывается изумительная и таинственная красота ночного звёздного неба. В ясную, безлунную ночь невооружённым глазом над горизонтом можно видеть около 3000 звёзд. Ещё во втором веке до Р.Х. один из основоположников астрономии древнегреческий учёный Гиппарх разделил все видимые на небе невооружённым глазом звёзды по яркости на шесть групп. Самые яркие звёзды он назвал звёздами 1-й величины, а самые слабые – звёздами 6-й величины.

Между ними он расположил звёзды 2-й, 3-й, 4-й и 5-й величины. При переходе от одной величины к следующей глаз ощущает одинаковый перепад освещённости (блеска). В 1846 году немецкий анатом и физиолог Эрнест Генрих Вебер (1795-1878) установил, что чувствительность глаз к изменению освещённости пропорциональна относительному изменению освещённости, т.е. $\Delta m = c(\Delta E/E)$. Густав Теодор Фехнер (1801-87), немецкий физик, психолог, философ-идеалист и писатель-сатирик (псевдоним – доктор Мизес), в 1860 году сделал допущение, что едва заметные изменения в ощущении глазом света можно считать дифференциалами. Это позволило ему выразить основной психофизический закон в виде дифференциального уравнения: $dm = c dE/E$. Интегрирование этого уравнения привело к

установленной зависимости интенсивности раздражения глаза светом от освещенности в виде

$$m = c \cdot \ln E + k,$$

где c и k – некоторые постоянные. Эту зависимость принято называть основным психофизическим законом Вебера-Фехнера.

Последнее выражение удобно представить в виде:

$$\tilde{c} \lg E + k$$

$$m = c \frac{\lg E}{\lg e} + k =$$

Отсюда следует, что

$$m_1 - m_2 = \tilde{c} \lg \frac{E_1}{E_2}.$$

Звездный каталог Гиппарха – древнейший из дошедших до нас. Сопоставляя оценку звёздных величин Гиппархом с современными объективными измерениями освещенности от этих же звёзд, установлено, что когда одна звезда имеет звёздную величину на единицу больше, чем другая, то освещенность от первой в 2,5 раза меньше, чем освещенность от второй. Таким образом, при $m_1 - m_2 = 1: E_1 / E_2 = 1/2,5 = 0,4$. Следовательно, $\tilde{c} = -1 / 0,398$. В 1850 году по предложению Погсона отношение блеска звёзд при разности в пять звёздных величин принято считать равным 100. При этом $5 = \tilde{c} \lg 0,01 = -2\tilde{c}$. Отсюда находим, что $\tilde{c} = -2,5$. Тогда

$$m_1 - m_2 = -2,5 \cdot \lg \frac{E_1}{E_2} \text{ или } (m_2 - m_1) \lg 2,512 = \lg \frac{E_1}{E_2}.$$

В результате получаем

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{m_2 - m_1}.$$

Последнее выражение, определяющее зависимость между блеском двух звезд E_1 и E_2 и их видимыми звёздными величинами m_1 и m_2 , называют формулой Погсона. Если теперь приписать какой-либо звезде

фиксированную звёздную величину, т.е. выбрать нуль-пункт, то этим соотношением будут определены видимые звездные величины *m* всех звёзд. Для расчета световых и энергетических характеристик приёмников различной спектральной чувствительности необходимо иметь эталонную звезду нулевой звёздной величины. Нуль-пункт для системы звёздных величин был условно определён по группе выбранных звёзд в области Полярной звезды, называемых Северным Полярным рядом. В видимой области спектра за эталонную звезду нулевой звёздной величины принимается та, которая создает на границе атмосферы освещённость, равную $E_0 = 2,78 \cdot 10^{-6}$ лк. Величина энергетической освещенности, создаваемой эталонной звездой нулевой звёздной величины, принимается равной $E_{0Э} = 3,92 \cdot 10^{-13}$ Вт/см².

Наиболее близка к нулевой звёздная величина таких хорошо известных звёзд, как Вега (или α Лир) и Капелла (или α Возничего). Интегральную освещенность, создаваемую звездой звёздной величины *m*, можно рассчитать, используя формулу Погсона:

$$E_{0_{\text{лк}}} \cdot 2,512^{-m} = 2,78 \cdot 10^{-6} \cdot 2,512^{-m};$$

$$E_{\text{Вт/см}^2} = E_{0Э} 2,512^{-m} = 3,92 \cdot 10^{-13} 2,512^{-m}$$

Астрономия всегда была наблюдательной наукой и остаётся таковой. Её прогресс определяется, прежде всего, квалификацией астронома, любящего свою науку, увлекающегося ею и хорошо знающего необходимый арсенал приборных средств для достижения поставленной цели, а также наблюдениями, при которых используются предельные возможности применяемого телескопа и навесной аппаратуры. С другой стороны, создание эффективного астрономического инструмента невозможно без глубокого понимания смысла предъявляемых к нему требований или, более широко, без понимания условий его применения.

Большинство наблюдений современной наземной астрономии связано со спектральным диапазоном излучения, начинающимся приблизительно у

3000 Å и кончающимся приблизительно у 12000-12500 Å. Под эффективностью телескопа, регистрирующего в сочетании с тем или иным приемником излучения точечный объект на фоне свечения ночного неба в указанном спектральном диапазоне, понимают меру слабости такого объекта, который может быть зарегистрирован аппаратурой с заданной точностью.

В 1609 году, через год после появления первых зрительных труб в Голландии, известие об этом изобретении дошло до знаменитого итальянского ученого Галилея. По возвращении в свою лабораторию в Падуге, не зная подробностей о конструкции, он изготовил там свой первый телескоп с прямым изображением, смонтировав плосковыпуклую и плосковогнутую линзы в короткой свинцовой трубе. В ночь на 7 января 1610 года телескоп был направлен на звездное небо. Эта дата считается началом эпохи телескопических наблюдений.

Первый телескоп Галилея при диаметре объектива $D=4\text{см}$ и фокусном расстоянии $f=50\text{см}$ давал увеличение изображения предмета всего в три раза, был мал и не совершенен по оптическим и механическим свойствам. Следующие телескопы Галилея имели бóльшую длину и все возрастающее увеличение изображения наблюдаемых предметов. Телескоп с $D=4,5\text{см}$ и $f=123\text{см}$ давал увеличение изображения предметов в 34 раза. Образцы этих телескопов хранятся в музее во Флоренции. Несмотря на несовершенство телескопов, Галилей в течение двух первых лет наблюдений сумел сделать большое количество открытий.

Как известно, все звезды эквивалентны светящимся точкам даже при наблюдении с помощью самых крупных телескопов. При наблюдении звезды невооруженным глазом световой поток, падающий на сетчатку глаза равен освещенности в плоскости зрачка глаза, умноженный на площадь входного зрачка, т.е. $\Phi = \frac{1}{4}\pi E \cdot d_r^2$. При наблюдении с помощью телескопа световой поток от звезды, падающий на сетчатку глаза, равен освещенности входного зрачка телескопа, умноженный на его площадь и коэффициент пропускания

оптической системы телескопа, т.е. $\Phi_T = \frac{1}{4} \pi E \cdot D^2 (1 - k_{\text{э}}^2)$, где $k_{\text{э}}$ – коэффициент центрального экранирования зрачка по диаметру (для линзовых объективов $k_{\text{э}} = 0$). Таким образом, световой поток на сетчатке глаза при наблюдении с помощью телескопа больше светового потока при непосредственном наблюдении звезды глазом:

$$i = \frac{\Phi_T}{\Phi_r} = \left(\frac{D}{d_r} \right)^2 (1 - k_{\text{э}}^2) = \Gamma^2 k^2 (1 - k_{\text{э}}^2),$$

где $\Gamma = \frac{D}{D_{\text{вых}}}$; $k = \frac{D_{\text{вых}}}{d_r}$; $D_{\text{вых}}$ – диаметр выходного зрачка телескопа, при этом $k \leq 1$.

При $D=45$ мм и $\Gamma=34^{\times}$ величина $D_{\text{вых}}=1,32$ мм. Полагая $d_r=5$ мм, при $k_{\text{э}}=0$ получаем $i \approx 80$. Отсюда следует, что Галилей впервые в мире с помощью своего телескопа увидел в 80 раз более яркие звёзды, горящие на уменьшенном до черноты фоне ночного неба! При наблюдении невооружённым глазом предельная звёздная величина $m_r = 6,5$. При этом звёздная величина предельно видимой звезды с помощью телескопа равна

$$m_T \approx 6,5 + 5(\lg \Gamma + \lg k) + 2,5 \lg(1 - k_{\text{э}}^2)$$

Эта величина определяет проникающую силу телескопа лишь в первом приближении, поскольку при этом не учитывались реальное состояние атмосферы, характер коррекции aberrаций изображения, образованного оптикой телескопа, коэффициент пропускания оптики и т.д. Легко убедиться, что при $D=45$ мм, $\Gamma=34^{\times}$, $d_r \approx 5$ мм и $k_{\text{э}}=0$ величина $m_T > 10$. Пусть $k=1$. При этом имеем $m_T \approx 6,5 + 5 \frac{D}{d_r}$. Отсюда зависимость проникающей силы телескопа от диаметра входного зрачка инструмента вполне очевидна.

Трубу, объектив и окуляр которой выполнены в виде положительной линзы, предложил выдающийся немецкий астроном и физик Иоганн Кеплер. В этой трубе, известной под названием «астрономическая труба» или «труба Кеплера», в плоскости изображения, образованного объективом, можно поместить перекрестье. Благодаря перекрестью появилась возможность

"наводить" трубу на определённую точку предмета, а, следовательно, повысить точность угловых измерений. Труба Кеплера впервые была изготовлена и использована для астрономических измерений астрономом-иезуитом Христофором Шейнером в 1614 году.

В результате первых инструментальных наблюдений определили потребность в повышении качества изготовления линз, что привело к превращению оптики в XVII веке из «чистой» науки в науку прикладную, имеющую огромное практическое значение.

Эффективность применения зрительных труб существенно снижалась из-за хроматических аберраций, вносимых линзами. Используя идеи ахроматизации изображения, предложенные действительным членом Петербургской академии наук Л. Эйлером, английский оптик Д. Доллонд в 1758 году создал конструкцию и изготовил ахроматический объектив из двух линз из двух стекол с различной дисперсией (из крона и флинта). Крупнейший из созданных Д. Доллондом рефракторов имел диаметр объектива 4 дюйма (11 см).

Теория ахроматизации была разработана Л. Эйлером. Однако необходимо было решить не менее важный практический вопрос изготовления различных сортов оптического стекла. Над этим трудились стекловары многих стран мира. Работали над этим и в России. Наиболее плодотворными оказались исследования академиков Петербургской академии наук И.Э. Цейгера и М.В. Ломоносова.

Следующий шаг в развитии ахроматической оптики связан с именем Йозефа Фраунгофера. Крупнейшим его достижением был изготовленный в 1824 году ахроматический телескоп-рефрактор «Большой Фраунгофер». Начиная с 1825 года по 1839 год на этом инструменте работал В.Я. Струве, первый директор Пулковской обсерватории, академик Петербургской академии наук. Главным инструментом Пулковской обсерватории стал великолепный рефрактор работы Мерца и Малера с диаметром 15 дюймов (38см) и длиной 7 м. Пулковская обсерватория была оснащена лучшими в то

время угломерными инструментами, позволявшими с невиданной до той поры точностью измерять координаты звёзд. Пулковские звёздные каталоги принесли ей всемирную славу.

«Ни один астроном не может считать себя вполне усвоившим современную наблюдательную астрономию в её наиболее разработанной форме, если он не познакомится с Пулковской обсерваторией во всех её особенностях», – писал английский астроном прошлого века Эри. – *«Я ничуть не сомневаюсь в том, – продолжает он, – что одно Пулковское наблюдение стоит, по меньшей мере, двух, сделанных, где бы то ни было в другом месте».*

При создании нового рефрактора два обстоятельства определяют успех – высокое качество оптического стекла и искусство его обработки. Настойчивость в достижении поставленной цели позволила швейцарскому оптику Пьеру Гинану успешно решить задачу получения качественного стекла. В 1799 году после семи лет упорного труда Гинан отлил несколько отличных дисков диаметром от 10 см до 15 см, что по тем временам было неслыханным успехом. Спустя шесть лет Гинан отправился в Мюнхен, где стал первым консультантом Фраунгофера в организации фабричного производства хороших флинтowych и кроновых стёкол. Фраунгофером была разработана оригинальная конструкция станка для полировки линз и предложен принципиально новый способ обработки линз методом притира.

Знаменитый американский оптик Альван Кларк по профессии был живописцем-портретистом, в юности увлекался шлифовкой и полировкой старых линз. По совету старшего сына Джоржа А. Кларк решил заняться изготовлением телескопов. Так возникла крупнейшая в западном полушарии оптическая фирма «Альван Кларк и сыновья». Объективы изготавливались в американском Кембридже, причём испытание их оптического качества производилось по искусственной звезде в тоннеле длиной 70 метров.

В 1878 году Пулковская обсерватория обратилась к фирме Кларка с заказом на изготовление 30-дюймового, самого крупного в мире рефрактора.

На создание этого инструмента русское правительство ассигновало 300 000 рублей. Заказ был выполнен за полтора года, причём объектив изготовил сам Альван Кларк из стёкол парижской фирмы «Фейль», а механическая часть телескопа была сделана немецкой фирмой «Репсольд». Новый Пулковский рефрактор оказался одним из лучших рефракторов мира.

В 1897 году для Йеркской обсерватории, расположенной недалеко от Чикаго, фирмой «Альван Кларк и сыновья» был изготовлен объектив диаметром 40 дюймов (точнее, 107 см).

Важно отметить, что в наше время изготовление линз диаметром до 500 мм проблем не вызывает, а предельный диаметр изготовленных высококачественных линз может достигать порядка 700–750 мм. Отсюда следует, что резервы разумного увеличения диаметра рефракторов вполне исчерпаны в XIX веке фирмой «Альван Кларк и сыновья». В истории астрономии лучшие рефракторы Альвана Кларка сыграли огромную роль. Успешная работа на этих инструментах продолжается и поныне.

Хроматические аберрации однокомпонентных линзовых систем и вторичный спектр двухлинзовых ахроматов весьма заметно влияют на качество образованного ими изображения. Поэтому вполне естественно, что не могла не возникнуть мысль о замене линзовых компонентов отражательными (зеркальными).

Свойство отражающих поверхностей формировать изображение бесконечно удалённых предметов известно со времён Архимеда. Уже в 1616 году, т.е. непосредственно после создания телескопов по схемам Галилея и Кеплера, Н. Цукки была предложена идея создания зеркального телескопа (или рефлектора). Оптическую схему телескопа, состоящего из большого вогнутого и малого выпуклого зеркал, отражающая поверхность которых имела форму параболоида вращения, впервые предложил французский учёный Марен Мерсенн в 1634 году. Оптическую схему объектива телескопа, состоящего из большого вогнутого зеркала с параболоидной формой отражающей поверхности и малого вогнутого

зеркала с эллипсоидной формой отражающей поверхности предложил шотландский математик и астроном Джеймс Грэгори в 1663 году. Оптическую схему объектива телескопа, состоящего из двух отражающих поверхностей, первая из которых имеет форму вогнутого параболоида вращения, а вторая поверхность (малое зеркало) имеет форму выпуклого гиперболоида вращения, предложил Г. Кассегрен в 1672 году. Объектив, оптическую систему которого определяет отражающая поверхность параболоида вращения, принято называть объективом Ньютона.

Напомним, что функция волновой сферической аберрации в изображении бесконечно удалённой осевой точки, образованном сферической отражающей поверхностью, определяется формулой:

$$W = r_0 \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\rho}{4F} \right)^2} \right)^2, \quad \text{где } \rho - \text{относительная зрачковая координата:}$$

$0 \leq \rho \leq 1$; при этом действительное значение координаты равно $\frac{D}{2} \rho$;

F - диафрагменное число: $F = \frac{f_0}{D} = \frac{r_0}{2D}$. Эту функцию можно представить, например, рядом Маклорена в виде:

$$W(\rho) = \frac{r_0}{1024F^4} \rho^4 \left(1 + \frac{1}{32F^2} \rho^2 + \frac{5}{4096F^6} \rho^6 + \dots \right).$$

Ограничиваясь первыми двумя членами разложения и вводя расфокусировку изображения (смещение плоскости установки изображения относительно его гауссова положения на расстояние Δ'), в волновой мере

равную $W = 2\Delta' \left(\frac{\rho}{4F} \right)^2$, получаем:

$$W(\rho) = \frac{r_0}{1024F^4} \rho^4 \left(1 + \frac{1}{32F^2} \rho^2 \right) + 2\Delta' \left(\frac{\rho}{4F} \right)^2.$$

Волновую аберрацию на краю зрачка (при $\rho = 1$) принимают, равной нулю. При этом $\Delta' = -\frac{r_0}{128F^2} \left(1 + \frac{1}{32F^2} \right)$. Тогда:

$$W(\rho) = r_0 \frac{32F^2 + \rho^2 + 1}{32768F^6} (\rho^2 - 1) \rho^2.$$

Величину ρ , при которой волновая aberrация принимает экстремальное значение, находим из условия $\frac{dW(\rho)}{d\rho} = 0$. Легко показать, что это условие эквивалентно уравнению: $3\rho^4 + 64F^2\rho^2 - (1 + 32F^2) = 0$. Решив это уравнение, находим экстремальную величину волновой aberrации:

$$W(\rho_{extr}) = r_0 \frac{32F^2 + \rho_{extr}^2 + 1}{32768F^6} (\rho_{extr}^2 - 1) \rho_{extr}^2.$$

Заслуга создания первого рефлектора, пригодного для наблюдения, принадлежит английскому математику, механику, астроному и физiku Исааку Ньютону (1643–1727), который в 1668 году собственноручно изготовил рефлектор с вогнутым зеркалом из зеркальной бронзы диаметром $D=25$ мм при фокусном расстоянии $f'=165$ мм, при этом для вывода изображения из падающего на зеркало пучка лучей И. Ньютон применил диагональное плоское зеркало. Подставив значения параметров оптической системы Ньютона в полученные формулы, находим, что экстремальное значение волновой aberrации равно $W(0,7071) = 0,0425$ м,0.

В 1671 году Ньютон построил второй зеркальный телескоп, диаметр главного зеркала которого $D=34$ мм при фокусном расстоянии $f'=159$ мм. При этом $F = 4,68$. В этом случае экстремальное значение волновой aberrации равно $W(0,7072) = 0,162$ мкм. Этот телескоп в настоящее время хранится в Музее Лондонского королевского общества. Полученные величины экстремальных значений волновой aberrации изображения осевой точки позволяют утверждать, что отражающая поверхность в объективах Ньютона вполне могла иметь сферическую форму.

Оптические схемы телескопа Мерсенна, объективов телескопа Грегори, Кассегрена и Ньютона показаны на рис.1 а, б, в и г соответственно.

Главное преимущество рефлекторов – отсутствие хроматических aberrаций. Однако, трубы рефлекторов открыты и потоки воздуха внутри трубы создают неоднородности, влияющие на качество изображения.

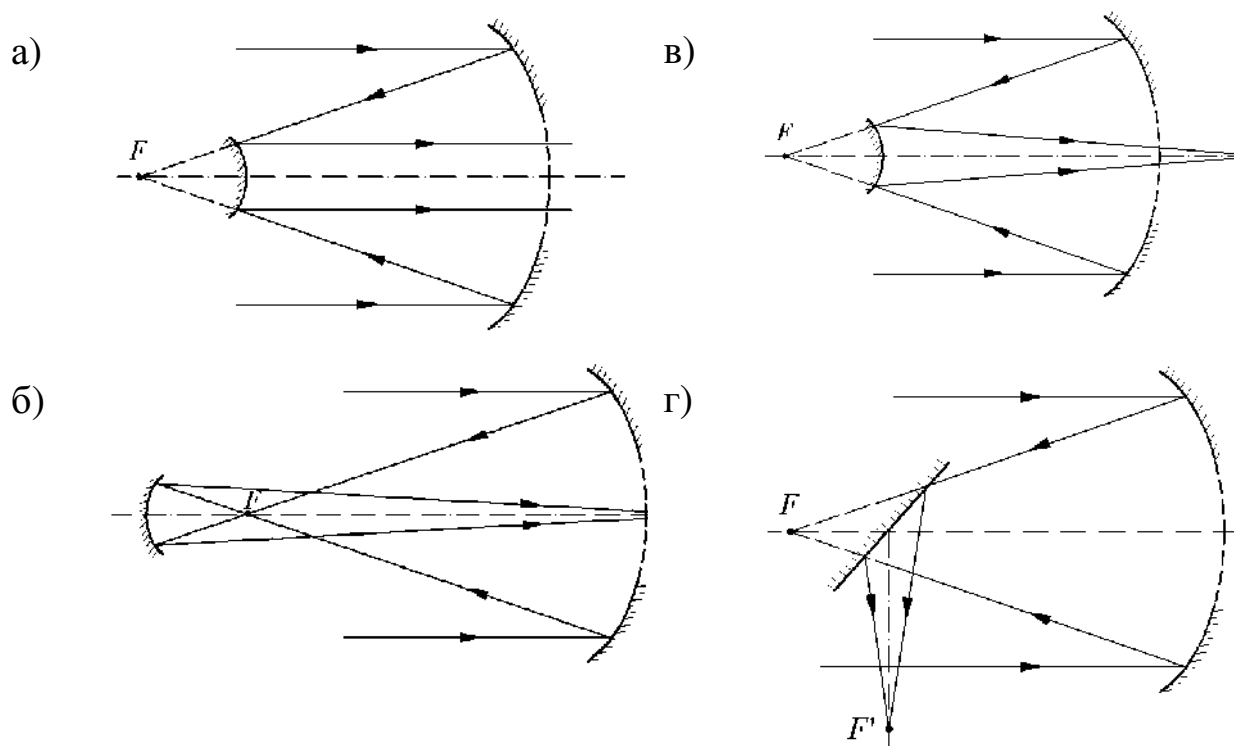


Рис. 1. Оптические схемы рефлекторов:

а) Мерсенна, б) Грегори, в) Кассегрена, г) Ньютона

Влияние отклонений формы отражающих поверхностей от номинальной примерно в 4 раза превышает влияние отклонений формы преломляющих поверхностей на деформацию волнового фронта. И, тем не менее, абберационные свойства отражающих поверхностей определили потребность в последующем совершенствовании рефлекторов. Уже в 1721 году Джон Гадлей построил ньютоновский рефлектор с бронзовым зеркалом диаметром 15см при фокусном расстоянии 158см. При этом $F \approx 10,5$. В этом случае экстремальное значение волновой абберации равно $W(0,7071) = 0,00635$ мкм. С его помощью легко наблюдались спутники Юпитера.

В 1732–1768 годах сначала в Эдинбурге, а затем в Лондоне Джеймс Шорт организовал фабричный выпуск высококачественных рефлекторов. Большинство из них было построено по схеме Грегори, причём самый большой имел главное зеркало диаметром 55 см.

Один из сподвижников Петра I генерал-фельдцейхмейстер русской армии Яков Вилимович Брюс (1670–1735) не только занимался

астрономическими наблюдениями в обсерваториях, созданных им в Москве на Сухаревской Башне и в своём подмосковном имении в Глинках, но также сам строил телескопы и изготовлял зеркала к ним. В Государственном Эрмитаже в Санкт-Петербурге сохранилось вогнутое зеркало для телескопа, изготовленное Брюсом в 1733 году.

Первым, кто начал строить зеркальные телескопы в России, был немецкий оптик И.Г. Лейтман, приглашённый Петербургской академией наук на должность профессора механики и оптики. Немаловажное значение для развития отечественного оптического приборостроения имело созданное Лейтманом руководство по обработке оптического стекла и конструированию оптических инструментов. Однако, основной его заслугой была организация в России замечательной оптической мастерской, которая, по отзывам современников, являлась одной из лучших оптических мастерских Европы.

В творческой деятельности основоположника русской науки Михаила Васильевича Ломоносова (1711–1765) на всём её протяжении важное место занимали вопросы прикладной оптики и особенно конструирование и изготовление различных оптических приборов и инструментов. В частности, в 1761 году он создал целостат, предназначенный для изучения Солнца в неподвижную трубу. В период времени с 1761 по 1765 год М.В. Ломоносов разработал и изготовил несколько разновидностей зеркальных телескопов, отличавшихся от широко известных в то время рефлекторов Грегори и Ньютона. В марте 1762 года Ломоносов решил создать телескоп с наклоном главного зеркала к оси трубы и выполнил все необходимые для этого расчёты. Построив и испробовав его 15 апреля 1762 года, он записал: *«Изображение произведено в действие с желательным успехом»*. Известно, что через 12 лет (1774 году) аналогичную конструкцию зеркального телескопа предложил Вильям Гершель. Так как работа Ломоносова осталась не опубликованной, то такой зеркальный телескоп считается изобретением Гершеля.

В 1769 году Екатерина II, пораженная талантом мастера, назначила Ивана Петровича Кулибина заведующим механической мастерской Петербургской АН. Изготовлением оптических приборов И.П. Кулибин занимался еще в Нижнем Новгороде до отъезда в Петербург. Там он в 1764-1766 гг. самостоятельно сконструировал и изготовил один микроскоп и два зеркальных телескопа системы Грегори, из которых *«видна была Балахна весьма близко, хотя и с темнотою, но чисто»*. Если при этом учесть, что промышленный город Балахна находился в 32 км от Нижнего Новгорода, то увеличение телескопов было весьма большим. Один из биографов И.П. Кулибина, профессор А. Ершов, в середине XIX в. писал, что *«...Одних этих изобретений было бы достаточно для увековечения имени славного механика. Мы говорим изобретений, потому, что обтачивать стекла, делать металлические зеркала и чудные механизмы в Нижнем Новгороде без всякого пособия и образца, - это значит изобретать способы для этих построений»*. Своим пытливым умом Иван Петрович сумел дойти до определения фокусных расстояний линз и зеркал, раскрыть секрет рецептуры сплава для изготовления металлического зеркала, придумать и построить станок для шлифовки и полировки линз и зеркал, а также установил рецептуру и способы варки флинтowego стекла. Важно отметить, что деятельность И.П. Кулибина в области инструментальной оптики всегда отвечала первоочередным задачам развития русской науки и техники. Однако, «благодарные» потомки результаты достижений выдающихся отечественных подвижников предали забвению.

Заметный след в истории телескопостроения оставил Вильям Гершель (1738–1822). Будучи органистом в местной капелле и учителем музыки в городе Бате (Англия), В. Гершель уделял всё свободное время чтению книг по астрономии, оптике и математике. Первый рефлектор Гершель построил по схеме Грегори. Зеркало телескопа имело диаметр 16см и фокусное расстояние около двух метров. Среди многочисленных телескопов Гершеля особо следует отметить телескоп, изготовленный в 1789 году, диаметр

зеркала которого равен 122 см при толщине, равной 9 см. Зеркало было изготовлено из сплава 75% меди и 25% олова, обладало массой немногим менее тонны, что приводило к его прогибу под действием собственного веса, а, следовательно, и к ухудшению качества изображения, быстро тускнело, давало трещины и требовало частой переполитовки. И, тем не менее, такими не совершенными инструментами Гершель сумел сделать великие открытия.

Среди последователей Вильяма Гершеля следует вспомнить английского пивовара Вильяма Ласселя, который в 1845 году после долгих трудов собственноручно построил отличный по качеству рефлектор с главным зеркалом диаметром 61 см. В 1861 году ему удалось построить вдвое больший рефлектор с главным зеркалом диаметром 122 см. Оба свои телескопа Лассель перевёз на остров Мальту, где и погода была устойчивее, и часть южного полушария звёздного неба, недоступная в Англии, была здесь легко наблюдаемой.

Самый крупный рефлектор с металлическим зеркалом был сооружён ирландским аристократом Вильямом Парсоном, носившим титул лорда Росса. Окончив Кембриджский университет и не нуждаясь в средствах, лорд Росс почти полностью отдался научным занятиям. Располагая громадным богатством, он решил соорудить крупнейший в мире телескоп, превзойдя в этом Вильяма Гершеля.

Исполинское зеркало диаметром 2 м и толщиной 15 см при фокусном расстоянии, равном 14 м, было отлито из сплава меди и олова (75% меди и 25% олова) весной 1842 года. В феврале 1845 года телескоп лорда Росса стал пригодным для наблюдения. Открытия, сделанные Россом с помощью изготовленного телескопа, трудно переоценить. После смерти Росса зеркало его телескопа быстро потускнело и пришло в негодность. Однако вплоть до первой четверти XX века никому не удавалось создать телескоп более крупный, чем тот, с которым работал лорд Росс – пожалуй, величайший из любителей астрономии.

Во второй половине XIX века французский физик Ж.Фуко и независимо от него немецкий физик Штейнгель изобрели удачный способ серебрения полированной поверхности стекла. Изобретение Фуко и Штейнгеля определило развитие рефлекторов со стеклянными зеркалами. Уже в 1878 году в Париже установили рефлектор со стеклянным зеркалом диаметром 122см, посеребрённым по методу Фуко. Десять лет спустя, в 1888 году, в Англии был построен (но почти не работал) 153-сантиметровый «стеклянный» рефлектор, созданный Коммоном. Такого же размера рефлектор работы Ричи в 1908 году был установлен в Калифорнии на горе Вилсон и в течение 9 лет этот великолепный по качеству 60-дюймовый рефлектор оставался крупнейшим из действующих телескопов.

В 1917 году в обсерватории Маунт Вилсон установили новый 100-дюймовый рефлектор работы Ричи и этот телескоп был крупнейшим на протяжении последующих 33 лет. Вторым по величине рефлектором в мире на протяжении ряда лет был 205-сантиметровый рефлектор обсерватории Мак-Дональд (Канада), начавший свою работу в 1939 году.

Ещё в 30-х годах прошлого века русские учёные И.В. Гребенщиков и Н.Г. Пономарёв предложили применять в крупногабаритных рефлекторах зеркала с ребристой структурой на тыльной стороне. Это существенно уменьшало вес зеркала при сохранении его жёсткости. Американские оптики использовали идею русских учёных при изготовлении зеркала 200-дюймового рефлектора(телескоп им. Хейла в обсерватории Маунт Паломар, Калифорния).И, тем не менее, его масса составляет 13тонн. Телескоп Хейла включён в число действующих в 1948 году.

Первым русским оптиком нового времени, собственными руками изготовившим параболоидное зеркало, был Александр Андреевич Чикин (1865–1924). Большой опыт, накопленный в изготовлении отражательных телескопов (рефлекторов), нашёл отражение в книге «Отражательные телескопы (изготовление рефлекторов доступными для любителя средствами)», написанной А.А. Чикиным и изданной в 1915 году Русским

обществом любителей миропведения на средства частных пожертвований. Начиная с 1919 года и до последнего дня своей жизни основоположник современного телескопостроения в России А.А. Чикин по приглашению академика Дмитрия Сергеевича Рождественского (1876–1940) плодотворно работал в организованном им Государственном оптическом институте (ГОИ). Ученики А.А. Чикина стали достойными продолжателями его дела.

Выдающиеся достижения в исследовании абберрационных свойств, в разработке оптических схем зеркальных и зеркально-линзовых объективов и методов их расчёта принадлежат отечественным учёным: профессорам Георгию Георгиевичу Слюсареву (1896–1987) (ГОИ), Дмитрию Дмитриевичу Максutowу (1896–1964) (ГАО), Владимиру Николаевичу Чуриловскому (1898–1983) и его ученице Галине Ивановне Цукановой, профессору Михаилу Михайловичу Русинову (1909–2004) (Университет ИТМО), сотруднику Главной (Пулковской) обсерватории (ГАО) Николаю Николаевичу Михельсону (1918–1996), сотруднику крымской астрофизической обсерватории (КрАО) Геннадию Михайловичу Попову и другим.

Астрономические обсерватории Советского Союза были оснащены первоклассными инструментами, разработанными нашими выдающимися конструкторами, среди которых, прежде всего, следует назвать Николая Георгиевича Пономарёва (1900–1942), Баграта Константиновича Иоаннисиани, Павла Вадимовича Добычина, Михаила Дмитриевича Афанасьева, Владимира Владимировича Демидова, Владимира Александровича Ковалёва, Василия Николаевича Павлова, Александра Семёновича Васильева, Николая Ивановича Вавилова и многих других.

Основным разработчиком и изготовителем телескопов было Ленинградское оптико-механическое объединение (ЛОМО) (ранее известное под названием - ГОМЗ им. ОГПУ).

Вскоре после войны отечественная промышленность выпустила несколько сравнительно крупных менисковых телескопов диаметром 500 мм:

АСИ-2 для астрофизического института в Алма-Ате (1950 г., конструктор Б.К. Иоаннисиани), МТМ-500 для Пулковской и Крымской астрофизической обсерваторий (оба в 1951 г.), АЗТ-5 для Государственного астрономического института им. Штернберга (для ГАИШ) в Москве (конструктор Павел Вадимович Добычин). В 1956 году в ГОИ был построен менисковый телескоп АС-32 диаметром 700 мм для Абастуманской обсерватории (конструктор Б.К. Иоаннисиани).

В это время на ГОМЗе были начаты проектные разработки рефлектора диаметром 2,6 м для Крымской астрофизической обсерватории. Рассматривались два проекта: на английской монтировке – проект П.В. Добычина и на вилке – проект Б.К. Иоаннисиани. После обстоятельных обсуждений был принят проект, предложенный Баграмом Константиновичем. В 1960 году телескоп ЗТШ вступил в строй. Практически одновременно на южной базе ГАИШа вступил в строй рефлектор ЗТЭ диаметром 1250 мм (конструктор П.В. Добычин).

Развитие телескопостроения в России достигло столь высокого уровня, что в 1975 году был введён в эксплуатацию крупнейший в мире телескоп БТА (Большой Телескоп Азимутальной) с главным зеркалом диаметром 6 метров, впервые построенный на основе применения альт-азимутальной монтировки при автоматическом наведении телескопа на объект наблюдения и автоматическом сопровождении его. Телескоп создан в ЛОМО под руководством главного конструктора Б.К. Иоаннисиани (1911–1985).

Важно отметить, что в XX веке рефлекторы со сплошной отражающей поверхностью достигли естественного предельного значения диаметра главного зеркала, равного $D \approx 6 - 8$ м.

К телескопам первого поколения относят крупные рефлекторы начала XX века. Главные зеркала телескопов, изготовленные из обычного стекла с коэффициентом теплового расширения $70 \cdot 10^{-7}$, имеют параболоидную форму отражающей поверхности при относительном отверстии 1:4–1:5, обычно позволяют работать в прямом фокусе, фокусе Кассегрена и в фокусе

куде. Типичными представителями этого поколения крупных рефлекторов являются 60-дюймовый и 100-дюймовый рефлекторы обсерватории Маунт Вилсон (1905 и 1917 годы).

Ярким представителем второго поколения крупных рефлекторов является 5-метровый телескоп, установленный на горе Паломар и начавший работать в 1949 году. Оптические системы этого инструмента такие же, как у его предшественников (прямой фокус, фокус Кассегрена, фокус куде). Зеркало телескопа изготовлено из пирекса.

Зеркало телескопа БТА диаметром 6 метров изготовлено из стекла с пониженным ($\approx 30 \cdot 10^{-7}$) коэффициентом теплового расширения. Отражающая поверхность зеркала при относительном отверстии 1:4 имеет параболоидную форму. Телескоп может работать в прямом фокусе без корректора или с двухлинзовым корректором, обеспечивающим поле в $10'$, а также в фокусе Кассегрена – куде при светосиле 1:30. Формально уникальный телескоп БТА можно отнести к телескопам второго поколения. Третье поколение телескопов характеризуется применением следующих новшеств: апланатическая широкоугольная ($\approx 1^\circ$) оптическая система Ричи-Кретьена с гиперболоидной формой отражающей поверхности главного зеркала. Зеркала изготавливаются из материала с малым коэффициентом теплового расширения – кварца или ситалла. Такая оптика более стабильна, чем стеклянная, и позволяет получить лучшее качество изображения (до 50 % света в кружке диаметром $\approx 0,1''$). Типичными представителями телескопов третьего поколения являются 4-метровые инструменты обсерваторий Кит Пик и Серро Тололо, а также 3,66-метровый рефлектор ESO. Таким образом, во второй половине XX века наземная оптическая астрономия сделала очередной шаг вперед. Начали работать несколько широкоугольных рефлекторов Ричи-Кретьена – телескопов третьего поколения. Астрономы получили в своё распоряжение целую гамму высокоэффективных приёмников излучения, охвативших весь доступный для наблюдений с земной поверхности спектральный диапазон. Наконец, в последнее время

появилась возможность более полно оценивать характер искажений земной атмосферой вида космических объектов. Однако, для решения многих задач эффективность имеющихся в настоящее время систем телескоп-приёмник близка к теоретической и возникает вопрос: куда же двигаться дальше?

Обсуждению самых разных аспектов создания наземных телескопов четвёртого поколения был посвящён симпозиум, состоявшийся в Женеве в 1977 году. Каким же, по мнению большинства участников симпозиума, должен быть основной наземный инструмент астрофизики четвёртого поколения?

Во-первых, он должен быть большим. Светособирающая площадь, которая позволит поставить ряд новых задач, должна превосходить площадь Паломарского 5-метрового рефлектора в 4 – 5 раз. Во-вторых, этот инструмент должен быть реально осуществимым.

Переход от телескопов второго и третьего поколений к 25-метровому телескопу представляется делом весьма рискованным. Как показала история телескопостроения, при разработке новых рефлекторов скачок в размерах главного зеркала не должен превосходить 2 – 2,5 раза. В противном случае не удастся правильно проэкстраполировать многие факторы, влияние которых растёт пропорционально второй, третьей и четвёртой степеням диаметра главного зеркала.

К числу реализуемых зарубежных проектов крупногабаритных телескопов можно отнести два 8-метровых телескопа Gemini (Близнецы) – совместный проект Канады, Англии, США, Чили, Аргентины и Бразилии, 8-метровый телескоп SUBARU (Япония), большой бинокулярной телескоп (LBT), состоящий из двух 8,4-метровых телескопов – совместный проект Италии и США, 11-метровый спектроскопический обзорный телескоп Hobby / Eberly (США, Германия) и ряд других.

Весьма привлекательным вариантом эквивалента 25-метрового телескопа является система (некогерентная или когерентная) из нескольких 8–10-метровых телескопов. Эти телескопы можно было бы использовать как

по отдельности, так и совместно, когда эффективность отдельного инструмента оказалась бы недостаточной для решения поставленной задачи.

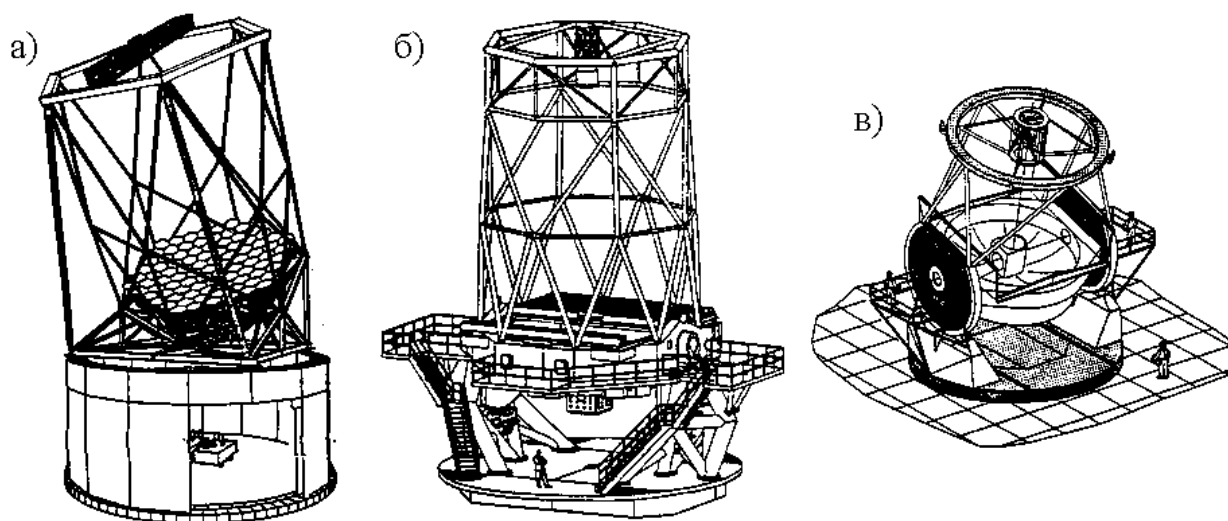


Рис. 2 Крупногабаритные телескопы с сегментированным главным зеркалом: а) – Hobby/Eberly, б) – Gemini, в) – Magellan

Оптическая схема телескопа, её сложность, её параметры и абберационные свойства определяют не только качество образованного оптической системой изображения, но и сложность изготовления. Поэтому исследование свойств возможных схем построения крупногабаритных телескопов весьма актуально.

Развитие астрономии в XXI веке требует создания телескопов диаметром до 20 – 25 метров. Принципиально существуют два направления развития больших телескопов: совершенствование традиционной оптической схемы или применение модульной структуры построения оптической системы телескопа. Обоснованный выбор одного из вариантов решения задачи возможен лишь в результате их исследования.

Профессор Даниил Трофимович Пуряев показал [13.], что афокальная система из двух отражающих поверхностей образует безабберационное изображение осевой точки предмета, если при сферической форме главного зеркала кривая сечения поверхности вторичного зеркала меридиональной плоскостью эквидистантна параболе.

Афокальная система Пуряева, дополненная двухзеркальной системой, позволяет получить оптическую систему с главным зеркалом диаметром 10 м [14], и оптическую систему с главным зеркалом диаметром 25 м [15] при апланатической коррекции аберраций.

Оптическая схема телескопа, её сложность, её параметры и аберрационные свойства определяют не только качество образованного оптической системой изображения, но и сложность изготовления. Поэтому исследование свойств возможных схем построения крупногабаритных телескопов весьма актуально.

Поиски оптимальной оптической схемы телескопа с главным зеркалом диаметром 25 метров, имеющим сферическую форму отражающей поверхности продолжаются.

Список использованных источников

- 1 Бахолдин А.В. Исследование и композиция оптических систем высокоапертурных телескопов. Диссертация на соискание уч. степени канд. техн. наук. - СПб.: СПбГУ ИТМО 2002. - 127 с.
- 2 Вавилов С. И. Собр. соч.: т. III. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - 561 с.
- 3 Ван-дер-Варден Б. Пробуждающаяся наука II. Рождение астрономии: Пер. с англ./ Под ред. А.А. Гурштейна. - М.: Наука. Гл. ред. Физ-мат.лит., 1991. - 384 с.
- 4 Гуриков В. А. История создания телескопа. / ИАИ, Вып. XV, 1980.
- 5 Зверев В. А., Кривоустова Е. В. Оплотехника несферических поверхностей. / Учебное пособие. - СПб: СПбГУИТМО, 2006. - 200 с.
- 6 Курс астрофизики и звездной механики. Т. I. / Под ред. академика А.А. Михайлова. - М.: Наука, 1973 - 603 с.
- 7 Максудов Д.Д.. Астрономическая оптика. - Л.: Наука, 1979.- 395 с.
- 8 Мельников О.А., Слюсарев Г.Г., Марков А.В., Купревич Н.Ф. Современный телескоп. - М.: Наука. 1968. - 320 с.

- 9 Михельсон Н.Н. Оптические телескопы. Теория и конструкция. - М.: Наука, 1976. - 512 с.
- 10 Томилин А.Н. Небо Земли. Очерки по истории астрономии. - Л: 1974, - 334 с.
- 11 Шустов Б.М. Большие оптические телескопы будущего. // *Земля и Вселенная*, №2, 2004.
- 12 Щеглов П.В. Проблемы оптической астрономии. - М.: Наука, 1980. - 272 с.
- 13 Daniil T. Puryayev. Afocaltwo-mirrorsystem. // *Optical Engineering*. 1993. – Vol. 32, № 6. P. 1325–1327
- 14 Белкин Н.Д., Сычёв В.В. Большой астрономический телескоп России. Концепция создания. // *Оптический журнал*, 1994, №3. - С.5–11
- 15 Зверев В.А., Бахолдин А.В., Гаврилюк А.В. Оптическая система высокоапертурного телескопа. // *Оптический журнал*, Т.68, № 6, 2001. - С. 6-14

ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПЕРЕМЕННОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ГРАЖДАНСКОГО И ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ежова К.В.

В ночь на 7 января 1610 года выдающийся итальянский учёный Галилео Галилей впервые направил изготовленную им зрительную трубу на звёздное небо. Эта дата считается в науке началом эпохи телескопических наблюдений. Первая научная теория оптических приборов, изложенная в фундаментальном труде «Диоптрика», была создана гением немецкого астронома Иоганна Кеплера (1571–1630). В заключительной части «Диоптрики» Кеплер приводит схему трёхлинзовой зрительной трубы, дающей прямое увеличенное изображение наблюдаемого объекта. Такая труба получила название «земной зрительной трубы». Вряд ли можно сомневаться в том, что Кеплер не понимал возможности изменения увеличения изображения, образованного зрительной трубой, путём продольного перемещения средней линзы (однолинзовой оборачивающей системы). Но, во-первых, зрительная труба его интересовала, прежде всего, как астрономический инструмент, от которого требовалось максимальное увеличение изображения при приемлемом его качестве, а поэтому задача изменения увеличения изображения и не ставилась, а, во-вторых, он не располагал необходимыми средствами и специалистами для их изготовления.

Благодаря своим удивительным свойствам зрительная труба довольно скоро утратила значение инструмента только для научных исследований и, начиная с XVII века, под названием подзорной трубы достаточно широко применялась для решения задач в армии и на флоте. Естественное желание видеть наблюдаемую картину в целом и иметь возможность наиболее интересные фрагменты рассматривать на более близком расстоянии можно удовлетворить с помощью зрительной трубы переменного увеличения. Отсутствие таковой заменял набор необходимых зрительных труб. Примером

может служить коллекция зрительных труб адмирала М.П. Лазарева, которую можно увидеть в Военно-морском музее Санкт-Петербурга [1].

Во время первой мировой войны с 31 мая по 1 июня 1916 года западнее Ютландского полуострова произошло сражение между главными силами английского и германского флотов, в котором участвовало 250 кораблей, в том числе 64 линейных корабля и крейсера. Высокая эффективность применения немецким флотом зрительных труб переменного увеличения для управления артиллерийским огнём в Ютландском сражении способствовала заметному развитию их проектирования и производства в других странах.

В 1920 году в ГОИ была организована опtotехническая лаборатория, которая почти сразу же приступила к разработке зрительной трубы переменного увеличения. В дальнейшем в качестве наблюдательных приборов стали применяться бинокли, а зрительные трубы, в том числе и переменного увеличения, легли в основу создания прицельной техники [2]. В послевоенные годы разработкой прицельной оптики переменного увеличения в ГОИ руководил доктор технических наук Д.Ю. Гальперн. В настоящее время зрительные трубы переменного увеличения находят применение на отдыхе, на охоте, в путешествиях, при посещении зрелищ и так далее.

Оптические параметры панкратической системы типа «коллектив» позволяют разработать рациональную оптическую схему малогабаритной зрительной трубы. Эта схема была положена в основу оптической системы зрительной трубы [3], разработанной в ЛОМО Татьяной Александровной Ивановой и Алевтиной Станиславовной Фокиной. Ещё более высокие оптические характеристики достигаются в зрительных трубах, схемы которых синтезируются на базе панкратических оборачивающих систем. Много внимания уделялось разработке окуляров переменного фокусного расстояния [4, 5, 6]. И, наконец, ряд публикаций позволяет предположить, что и в астрономии появились задачи, для решения которых нужны телескопы, оснащённые оптической системой переменного увеличения.

В 1784 году была опубликована работа действительного члена Петербургской академии наук Франца Ульриха Теодора Эпинуса (1724–1802) «Ахроматический микроскоп новой конструкции, пригодный для рассматривания объектов в свете, отражённом их поверхностью». В этом же году микроскоп Ф. Эпинуса был изготовлен. Воспитатель императора Александра I - Ф.Ц. Лагарк видел этот инструмент и в письме к Ж.М. Фавру от 8 августа 1785 года об Эпинусе и его инструменте писал: *«Он только что усовершенствовал микроскоп до такой степени, что больше сделать невозможно. Каждый предмет виден с необыкновенной ясностью и сохраняет свою природную окраску. Это ещё не единственное преимущество. Микроскоп приделан к подзорной трубе в три фута длиною, им можно управлять с необыкновенной лёгкостью, и, укорачивая или удлиняя трубу, можно видеть весь предмет или только его часть, достигая произвольного увеличения, если желают с большим или меньшим вниманием рассмотреть какую-либо часть его. Наконец, так как объектив находится на расстоянии 10 дюймов от предмета, а наблюдатель на три фута позади, то вы понимаете, сударь, что можно наблюдать за всеми движениями насекомых, не пугая их. Это изобретение представляет великую возможность для естественной истории и наделает много шума, когда с ним более познакомятся»*. Это весьма лаконичное, но предельно чёткое описание микроскопа Ф. Эпинуса даёт ясное представление о принципиальной схеме, положенной в основу его построения. Важно ещё раз обратить внимание на следующие слова Ф.Ц. Лагарка: *«...укорачивая или удлиняя трубу, можно видеть..., достигая произвольного увеличения...»*. Отсюда следует, что в укомплектованном шестью сменными объективами ахроматическом микроскопе Ф. Эпинуса предусмотрена возможность плавного изменения увеличения за счёт изменения расстояния между предметом и изображением (длины тубуса).

Начиная с 30-х годов, сначала на заводе «Прогресс», а затем в ЛОМО разрабатывались и серийно выпускались все известные типы микроскопов и

принадлежности к ним. Наряду с научным руководством разработкой оптики микроскопов самого различного назначения, доктор технических наук Т.А. Иванова [7] на протяжении длительного времени занималась вопросами проектирования оптических систем переменного увеличения. В частности, на базе применения панкратического коллектива ею был разработан набор окуляров переменного фокусного расстояния, экранная насадка и фотовизуальная насадка. Следует отметить, что пока наиболее широкое применение находят системы дискретного изменения увеличения в стереомикроскопах.

Датой изобретения фотографии считается 19 августа 1839 года, когда в Парижской академии наук физиком Д.Ф. Араго было сделано сообщение о разработанном Л. Дагером совместно с Ж.Н. Ньепсом способе получения изображений, названном позднее дагеротипией [8]. Процесс разработки конструкции оптической системы с технологически устойчивыми характеристиками, обладающей необходимыми коррекционными возможностями, плохо поддаётся формализации. Видимо, поэтому удачные конструктивные решения, найденные более чем за полтора столетия до настоящего времени, оставили глубокий след в истории развития проектирования оптических систем и сохраняют своё значение до наших дней. К таким системам относится объектив, разработанный венгерским учёным Й. Пецвалем, – исторически первый светосильный портретный фотографический объектив с хорошо исправленной сферической абберацией и комой при удовлетворительном исправлении астигматизма и хроматических аббераций. Созданный в 1840 году, он далеко опередил технику того времени и до сих пор не утратил своего значения.

В конце XIX века получила развитие любительская фотография. Наряду с портретными и ландшафтными объективами возникает потребность в широкоугольных объективах. Желание получить на снимке крупный план удалённых предметов определило потребность в длиннофокусных

объективах. Габаритные ограничения при решении этой задачи определили выбор принципиальной схемы телеобъектива.

Начало развитию фото- и киносъёмочной оптики в нашей стране было положено трудами члена-корреспондента АН СССР А.И. Тудоровского, профессоров Г.Г. Слюсарева и Д.С. Волосова в ГОИ, а также профессоров ЛИТМО В.С. Игнатовского, И.А. Турыгина, В.Н. Чуриловского и М.М. Русинова.

Заметим, что при неизменном фокусном расстоянии объектива выбор масштаба изображения сводится к выбору места съёмки, определяемого расстоянием до фотографируемого объекта. Однако, условия съёмки далеко не всегда позволяют сделать это. В этом случае задача решается путём изменения фокусного расстояния объектива, если такая возможность предусмотрена. Первые попытки рассчитать телеобъективы с переменным фокусным расстоянием не увенчались успехом, так как удовлетворительное качество изображения у таких систем может быть получено только при одном определённом увеличении второго компонента. В 20-х годах прошлого столетия, когда с несомненностью выяснились преимущества зрительных труб с плавно меняющимся увеличением при наблюдении за быстродвижущимися объектами, Дюнуайэ показал, что двухкомпонентные панкратические системы с постоянным расстоянием между плоскостями предмета и изображения при надлежащем выборе оптических сил компонентов в состоянии давать значительные перепады увеличений, достигающих в параксиальной области (без учёта условий коррекции аберраций) до бесконечности [9]. Видимо, это свойство панкратических систем из двух компонентов привело к тому, что они стали основой большинства схем переменного увеличения, применяемых в объективах для киносъёмки и телевидения. Первые довоенные объективы с переменным фокусным расстоянием завоевали всеобщее признание и в настоящее время ни одна камера для кино- или телевизионной съёмки не обходится без такого объектива, при этом требования к диапазону изменения фокусного

расстояния и к качеству изображения постепенно растут. Даже значительные габариты и масса этих объективов не отпугивают потребителей от работы с ними. Неудивительно поэтому, что некоторые солидные фирмы занялись их разработкой и достигли замечательных успехов [10]. Появление значительного числа объективов переменного фокусного расстояния относится к середине 50-х годов. Первый фотообъектив переменного фокусного расстояния «Фойхтлендер-Зумар» ($f' = 36 - 82 \text{ мм}$) (рис. 1), получивший мировую известность, был разработан в 1959 году и изготовлялся фирмами «Фойхтлендер» (Германия) и «Зумар» (США).

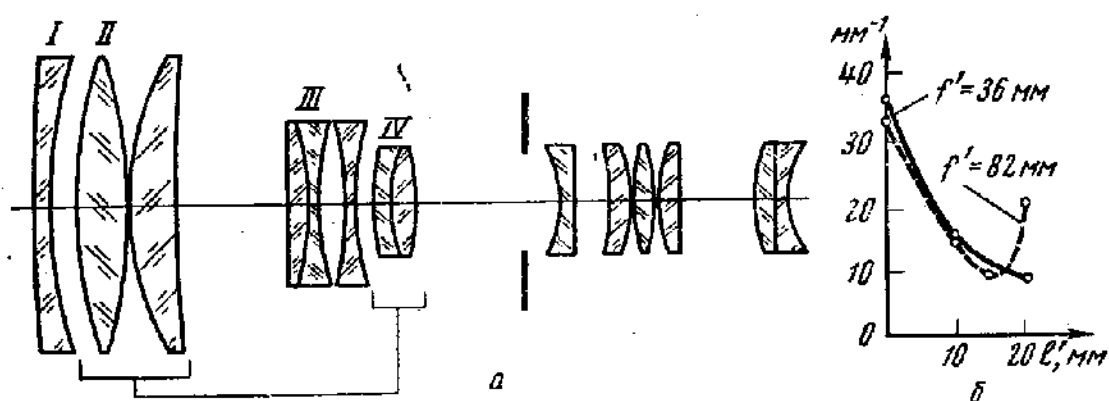


Рисунок 1 - Оптическая схема (а) и кривые разрешающей силы (б) объектива «Фойхтлендер-Зумар» [11, с. 124]

Аналогичный объектив «Рубин-1» ($f' = 37 - 80 \text{ мм}$), (рис. 2) был разработан и рассчитан в ГОИ, а изготовлен на Красногорском механическом заводе в 1963 году.

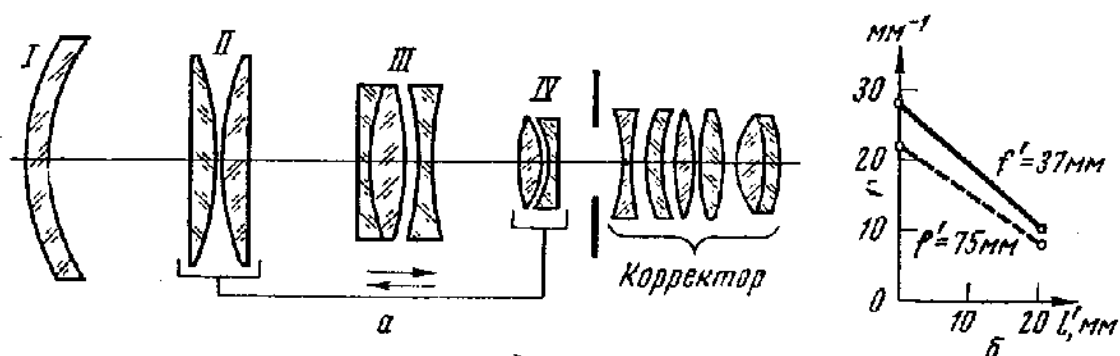


Рисунок 2 - Оптическая схема (а) и кривые разрешающей силы (б) объектива «Рубин -1» ($f' = 37 - 80 \text{ мм}$) [10, с.125]

Большая группа длиннофокусных панкратических фотообъективов была разработана японскими оптиками. Примером таких объективов может служить схема японского объектива «Астроар-Зум» ($f'=95-205\text{мм}$).

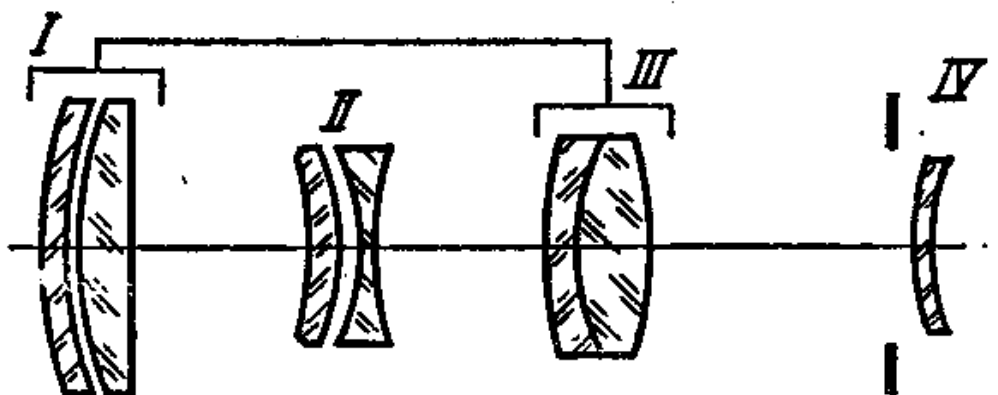


Рисунок 3 - Оптическая схема объектива «Астроар-Зум» ($f'=95-205\text{мм}$)

Японская фирма «Ниппон-Когаки К.К.» разработала и выпускала объектив «Ауто-Никор-Зум» [11]. Объектив жёстко встроен в зеркальный фотоаппарат «Никкорекс-Зум-35» (рис. 4).

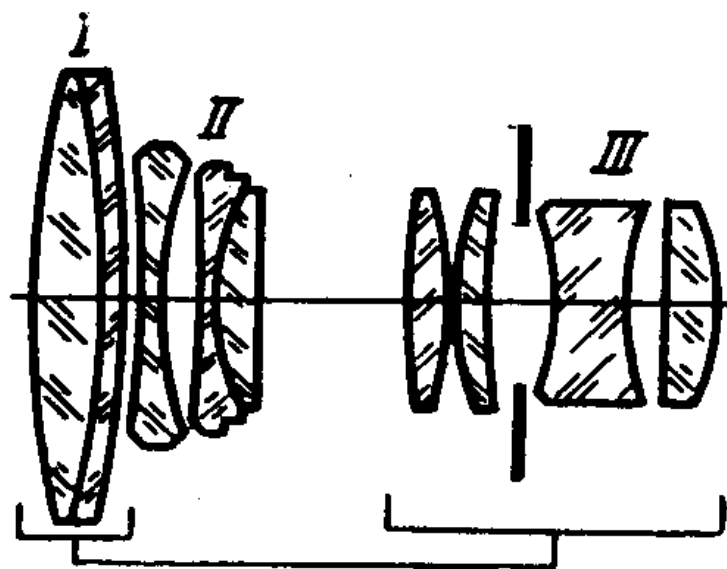


Рисунок 4 - Оптическая схема объектива «Ауто-Никор-Зум» ($f'=43-86\text{мм}$)

В ГОИ, начиная с 60-х годов прошлого века, под руководством М.С. Стефанского постоянно выполнялись работы по исследованию схемных решений широкоугольных светосильных панкратических объективов [12]. В результате была разработана оригинальная схема, определившая основу

целого семейства малогабаритных широкоугольных и особоширокоугольных панкратических объективов, получивших название «Янтарь» [12].

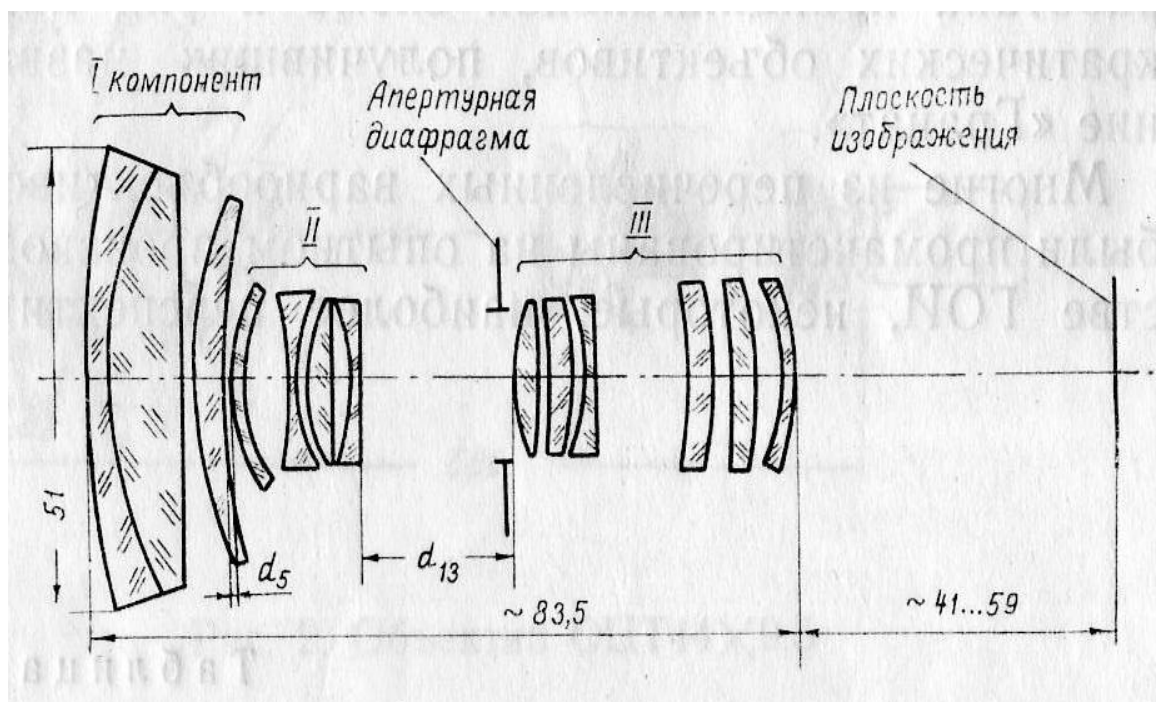


Рисунок 5 - Оптическая схема объектива «Янтарь-24»

В конце XX века появилось новое направление развития панкратических объективов для компактных дальномерных фотоаппаратов с коротким задним отрезком и чрезвычайно малогабаритных. В ГОИ была разработана принципиальная схема и ряд панкратических объективов на ее основе, получивших название «Гранат».

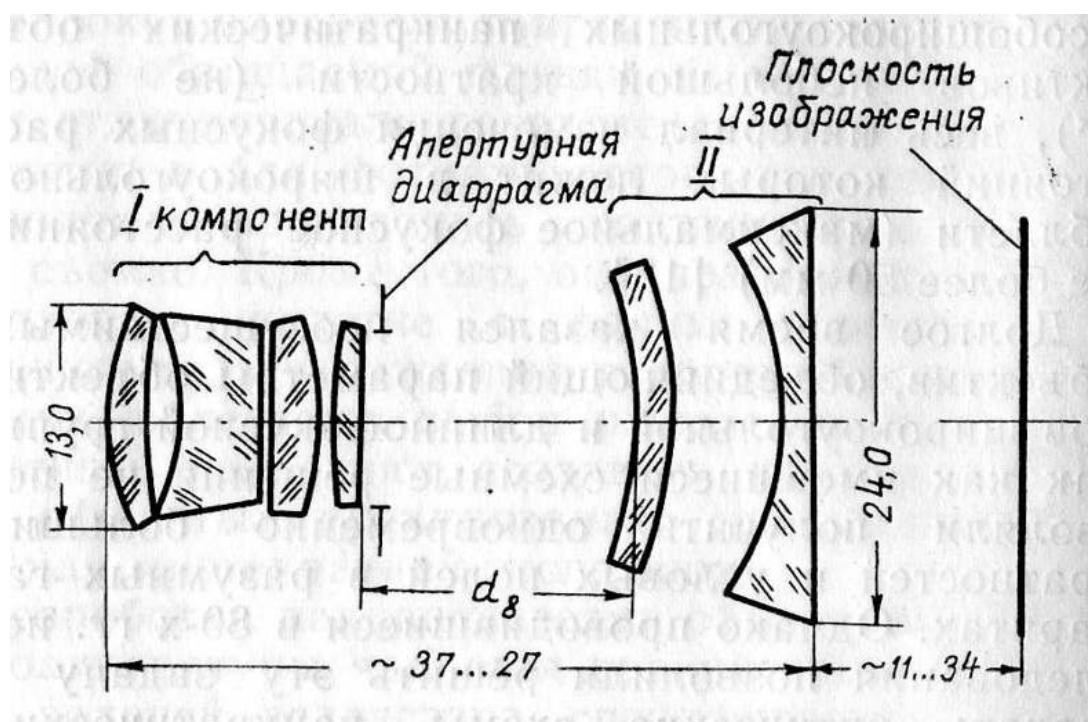


Рисунок 6 - Оптическая схема объектива «Гранат-4»

При киносъемке часто возникает необходимость плавного перехода от общего плана к крупному. Такие эффекты «наезда» вполне можно осуществить при киносъемке с помощью панкратического объектива. Разработка таких объективов ведется во Франции (фирмами «Сом-Бертье», «Анженье»), в Англии («Тейлор», «Тейлор-Гобсон»), в Японии («Никкон», «Кенон»), в ФРГ («Шнейдер»), в США («Воленрак») и др.

Объектив «Пан-Синор» («Сом-Бертье») является панкратическим объективом, состоящим из пятикомпонентной афокальной насадки переменного увеличения при $0,5 \leq \Gamma \leq 2$ и расположенного за ней объектива с фокусным расстоянием около 80 мм. Второй и четвертый компоненты насадки линейно перемещаются, обеспечивая изменение увеличения. Аберрации афокальной насадки достаточно хорошо компенсированы, что позволяет применять сменные объективы. По описанной схеме сотрудниками Центрального конструкторского бюро культуры (ЦКБК) под руководством А.И. Гана были разработаны два варианта объектива «Ленар», предназначенного для применения в кинокамере с зеркальным obturatorом («Ленар-1») и без него («Ленар-2»). Однако, объективы этого типа неизбежно имеют большие габариты и массу.

Более компактным является панкратический объектив фирмы «Анженье», построенный по схеме с непрерывной (механической) компенсацией сдвига плоскости изображения. К объективам, построенным по этой удачной схеме, относится отечественный объектив «Фотон», фокусное расстояние которого изменяется от 37 до 140 мм при относительном отверстии 1:3,9. Та же фирма «Анженье» для 35-мм кинокамер разработала объектив «Анженье-Зум 10x25» с десятикратным изменением фокусного расстояния (от 25 до 250 мм) при относительном отверстии 1:3,2. Объектив имеет сравнительно малые габариты и массу: его длина 326 мм при диаметре первого (наибольшего) компонента, равном 100 мм, масса равна 2,4 кг.

Отраслевой лабораторией кинооптики ЛИКИ выполнен и передан в ЦКБК вариант разработанного панкратического объектива «Варио-Ликар-1», фокусное расстояние которого изменяется от 26 до 260 мм при относительном отверстии 1:3,5. Первый компонент объектива (четырёхлинзовый) остается неподвижным при изменении фокусного расстояния; его перемещением достигается дистанционная наводка объектива на резкость изображения. Перемещение второго (также четырёхлинзового) компонента осуществляется в соответствии с простым линейным законом; третий компонент (двухлинзовый) перемещается в соответствии с уравнением второго порядка. Последний (четвертый) восьмилинзовый компонент остается неподвижным и выполняет роль компенсатора остаточных аберраций предшествующей части оптической системы. Таким образом, система в целом содержит 18 линз.

Для применения в 8-мм и 16-мм кинокамерах были разработаны объективы семейства «Метеор».

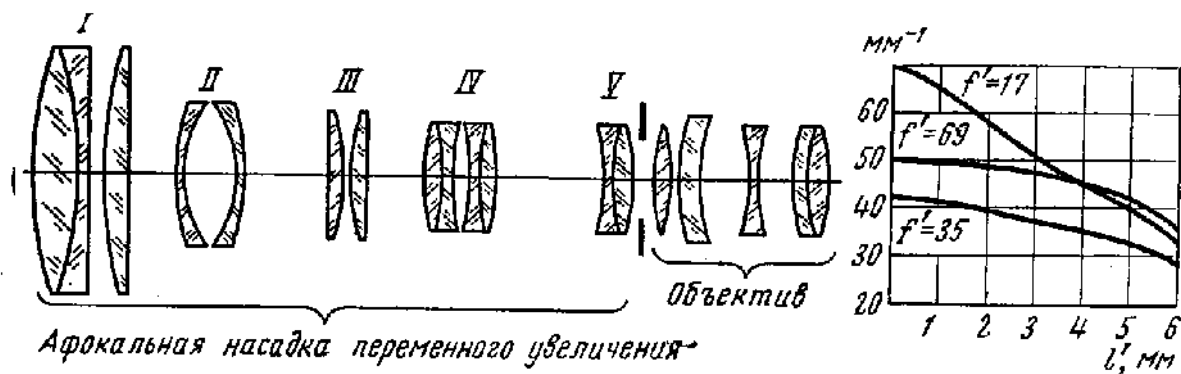


Рисунок 7 - Схема оптической системы объектива «Метеор-5»

Фокусное расстояние объектива $f=17-69$ мм, относительное отверстие 1:1,9. Оптическая система объектива состоит из восемнадцати линз при дискретной (оптической) компенсации сдвига плоскости изображения. Изменение фокусного расстояния осуществляется путем перемещения вдоль оптической оси жестко связанных между собой компонентов II и IV. Длина всей системы - от первой преломляющей поверхности объектива до

плоскости пленки - 163 мм. Дистанционная фокусировка осуществляется соответствующим перемещением компонента I.

Среди объективов для 16-мм кинокамер с широкими пределами изменения фокусного расстояния особый интерес представляют объективы «Анженье», «Анженье - Зум 10х12 ВМС», фокусное расстояние которых изменяется от 12 до 120 мм, при относительном отверстии 1:2,2, и «Анженье - Зум 20х12» при изменении фокусного расстояния от 12 мм до 240 и относительном отверстии от 1:3,5 до 1:4,8 при работе с большими величинами фокусного расстояния. Первый из этих объективов имеет малые габариты: длину 196 мм, диаметр наибольшего компонента 72 мм и большой задний фокальный отрезок, равный 31 мм, позволяющий установить зеркальный obturator. Оптическая система объектива состоит из 15 линз.

В конце 70-х годов прошлого столетия было разработано две модели объектива семейства «Вариогоир-1» и «Вариогоир-2».

Объектив «Вариогоир-1» состоит из 15 линз, собранных в 10 компонентов. Его относительное отверстие 1:2,4 при фокусном расстоянии $f'=12-120$ мм. Этот объектив применялся в 16-мм киносъёмочных аппаратах.

Объектив «Вариогоир-2» состоит из 15 линз, собранных в 11 компонентов, и одной светоделительной призмы, отводящей часть света в визир, фокусное расстояние объектива $f'=6,6-66$ мм, относительное отверстие 1:1,8. Объектив «Вариогоир-2Б» был применен в кинокамере «ЛОМО-220», предназначенной для съемки 8-мм любительских фильмов. Производство камеры было начато на Ленинградском оптико-механическом объединении (ЛОМО) в 1979 году.

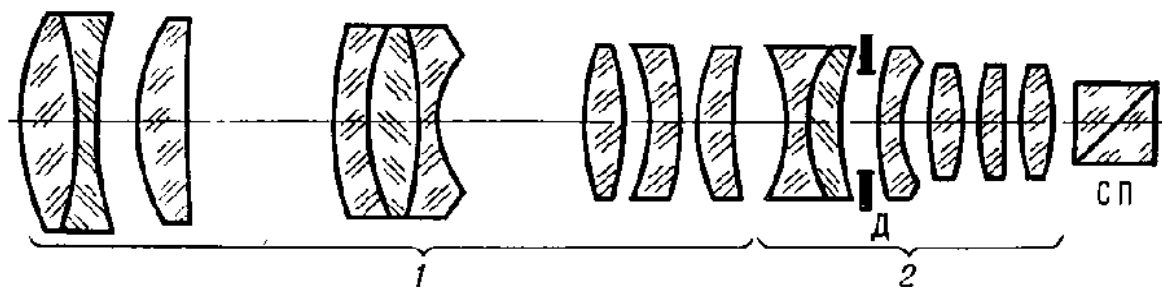


Рисунок 8 - Схема оптической системы объектива «Вариогоир-2»

С 1963 года по 1975 год ЛОМО выпускало киносъемочный аппарат «Лада» с объективом переменного фокуса семейства «Гранит» (объектив «ПФ-2»). Аппарат предназначался для съемки любительских фильмов на киноплёнку 2х8 мм. С 1969 года по 1979 год тем же объединением выпускался киносъемочный аппарат «Лантан» с объективом переменного фокусного расстояния «Гранит-3».

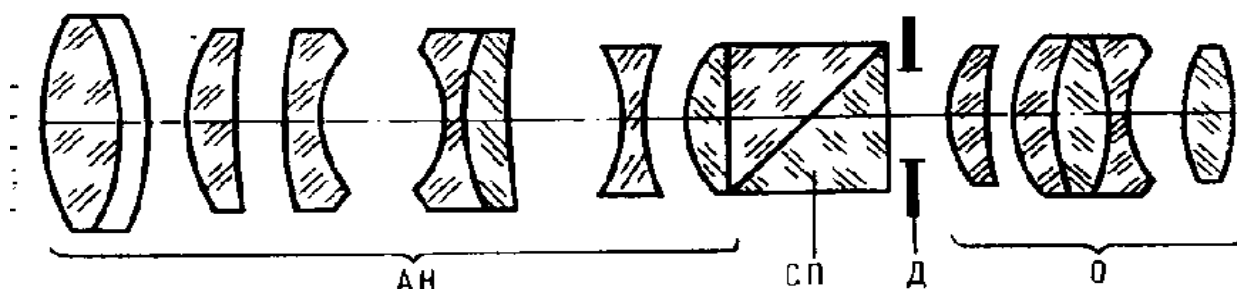


Рисунок 8 - Схема оптической системы объектива «Гранит-3»

Относительное отверстие объектива 1:1,4 при фокусном расстоянии $f=7,5-32$ мм. Одним из первых объективов с восьмикратным интервалом изменения фокусного расстояния был объектив «Анженье - Зум 8х6,5».

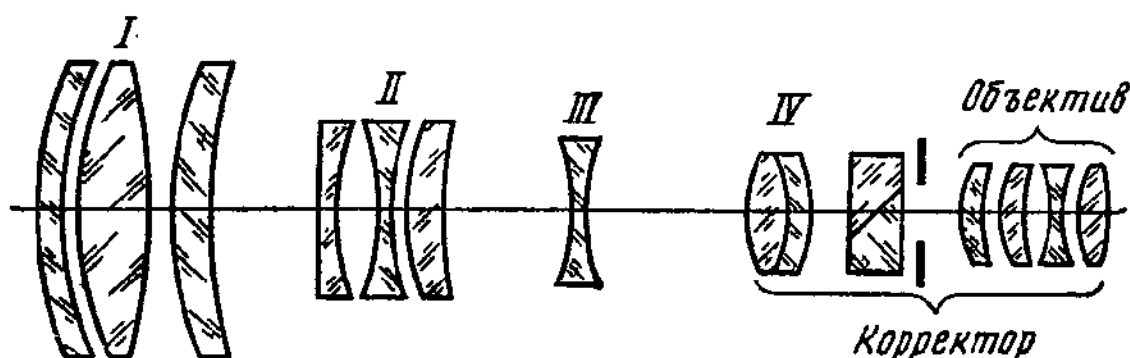


Рисунок 9 - Схема оптической системы объектива «Анженье - Зум 8х6,5»

Его длина не превышает 125 мм при диаметре первого (наибольшего) компонента 32 мм. Перемещением первого компонента осуществляется дистанционная наводка объектива. Продольным перемещением отрицательных компонентов II и III осуществляется изменение фокусного расстояния $f=6,5-52$ мм (относительное отверстие 1:1,8). Система в целом построена по схеме насадка-объектив. Последний неподвижный компонент - корректор - состоит двух частей: положительного компонента IV и

«объектива», между которыми расположена призма, отводящая часть света в визир. Афокальную насадку образуют первые четыре компонента объектива.

Интерес представляют киносъемочные объективы переменного фокусного расстояния семейства «Агат». Объективы применяются в любительских 8-мм кинокамерах. Наибольшее распространение получили простые и оригинальные по конструкции оптической системы объективы «Агат-5» и «Агат-6А». Оптическая система объектива «Агат-5» представляет собой комбинацию объектива типа «Таир» с фокусным расстоянием 50 мм и относительным отверстием 1:2,8, разработанного для кинокадра «Супер-8» и установленной перед объективом трехкомпонентной афокальной насадки переменного увеличения при $0,606 \leq \Gamma \leq 1,84$, что приводит к изменению фокусного расстояния всей системы от 30 до 90 мм, при сохранении относительного отверстия. Изменение увеличения достигается перемещением вдоль оптической оси обоих компонентов насадки. Длина всей системы от первой поверхности до плоскости изображения 123 мм при диаметре компонента I равном 33 мм.

Оптическая система объектива «Агат-6А» представляет собой комбинацию объектива «Март-1» ($f=12,5$ мм; относительное отверстие 1:1,9), разработанного для кинокадра «Супер-8», и трехкомпонентной афокальной насадки, которая образует изображение, увеличение которого непрерывно изменяется при $0,72 \leq \Gamma \leq 1,84$, что определяет изменение фокусного расстояния всей системы от 9 до 23 мм, при относительном отверстии 1:1,8. Для достижения этого вдоль оптической системы перемещаются первые два компонента насадки. Длина всей системы от первой поверхности до плоскости изображения равно 72 мм.

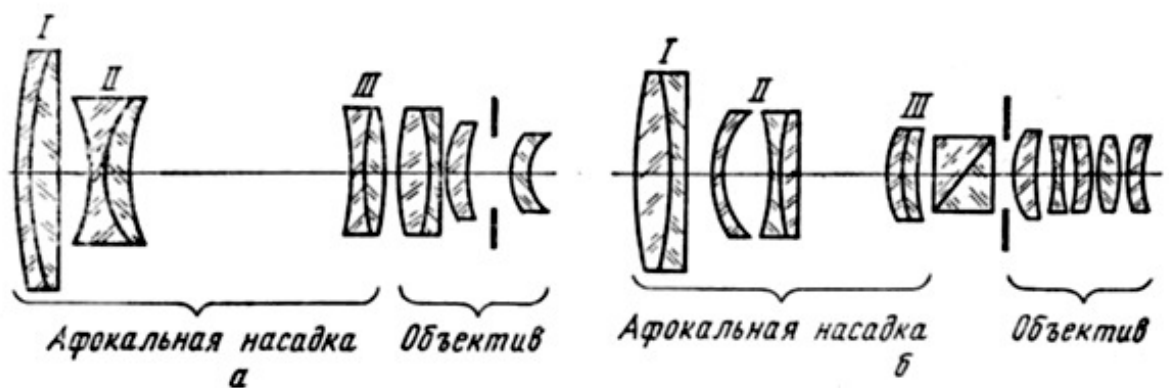


Рисунок 10 - Оптические схемы объективов: а – «Агат-5» ($f'=30-90$ мм);

б – «Агат-6А» ($f'=9-23$ мм).

Проблема создания оптики для камер вещательного телевидения определилась в конце 60-х годов [13]. Больших успехов в разработке оптических систем с широким интервалом изменения фокусного расстояния добились французская фирма «Анженье» и английская фирма «Тейлор-Гобсон». Весьма широко представлена номенклатура вариообъективов как для камер студийного (BCTV) и внестудийного (EFP) вещания, так и для камер, предназначенных для электронного репортажа (ENG), разработанных немецкой фирмой «Шнайдер». В последние годы в мире появилось большое число различных типов вариообъективов производства японских фирм «Кэнон» и «Фуджинон», продукция которых отличается большим разнообразием таких параметров, как диапазон изменения фокусного расстояния, начальное относительное отверстие, минимальная дистанция съёмки, наличие встроенного экстендера и так далее.

Практически все вариообъективы для съёмочных камер цветного телевидения в России были разработаны сотрудниками профессора Г.Г. Слюсарева под его научным руководством. Первые объективы – объектив «Радуга» с 10-кратным изменением фокусного расстояния и объектив «Сокол» с 20-кратным изменением фокусного расстояния – выпускались в ЛОМО с 1974 года по 1987 год для камеры КТ-132 (размер изображения 21 мм).

К Московской Олимпиаде 1980 года в ГОИ был рассчитан, а в ЛОМО изготовлен вариообъектив ОЦТ35Х13М с очень высокой для тех лет кратностью изменения фокусного расстояния, предназначенный для работы в составе студийно-внестудийной камеры КТ-178 (размер изображения 16 мм).

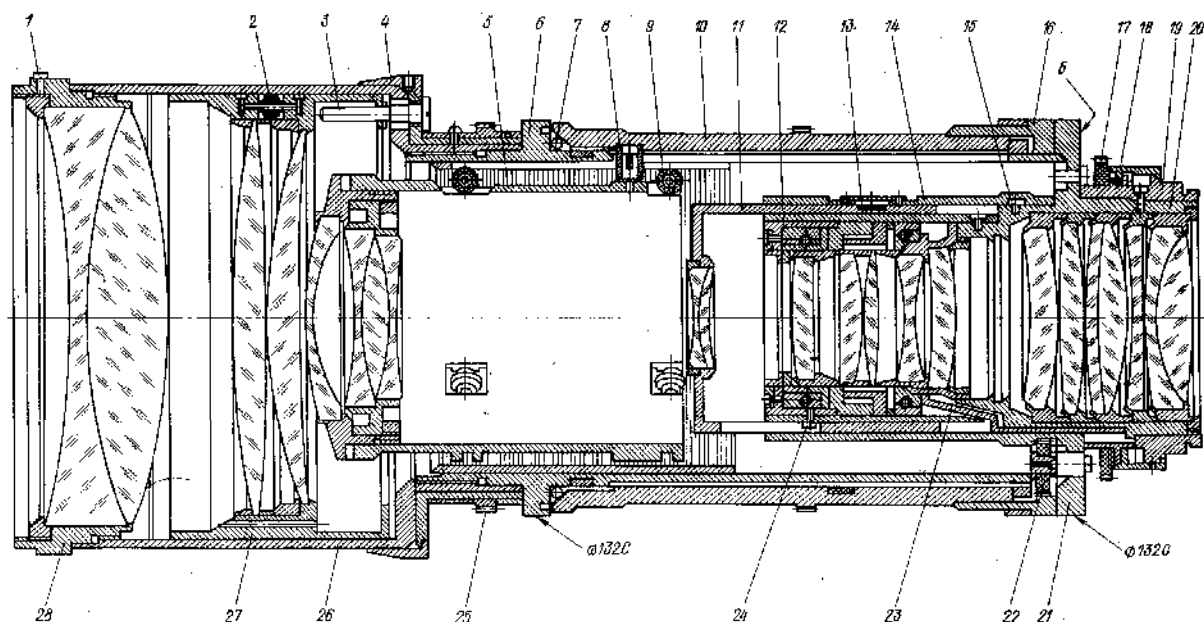


Рисунок 11 - Конструкция вариообъектива «Радуга-М»

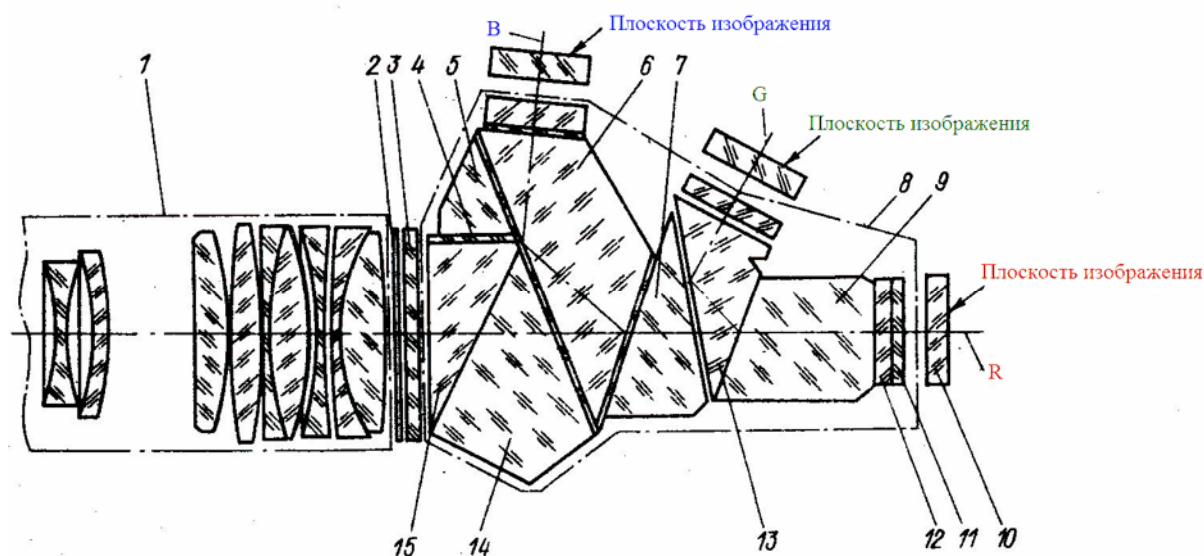


Рисунок 12 - Оптическая схема призмного блока ПП-82

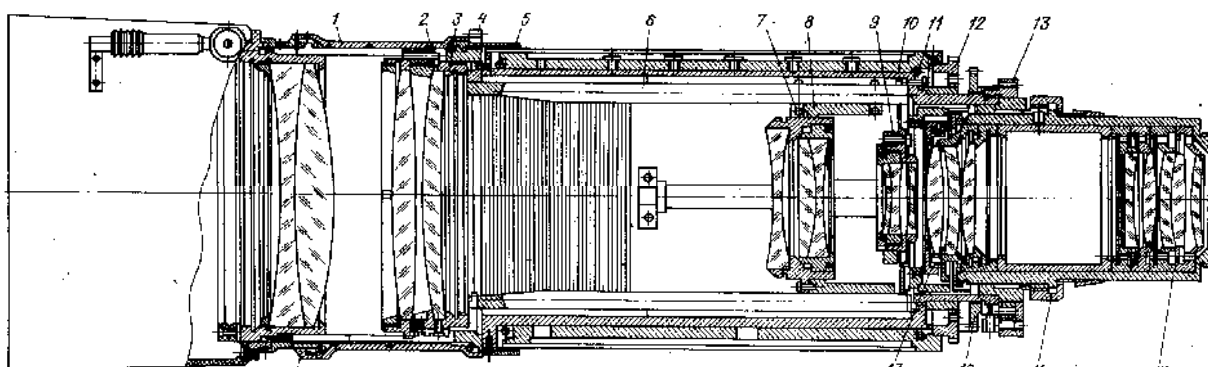


Рисунок 13 - Конструкция вариообъектива «Сокол 20x29»

Этот 35-кратный объектив, серийно выпускавшийся ЛОМО с 1985 года состоит из 30 линз, его принципиальная схема построена на сочетании двух панкратик $17,5^x$ и 2^x , работающих последовательно.

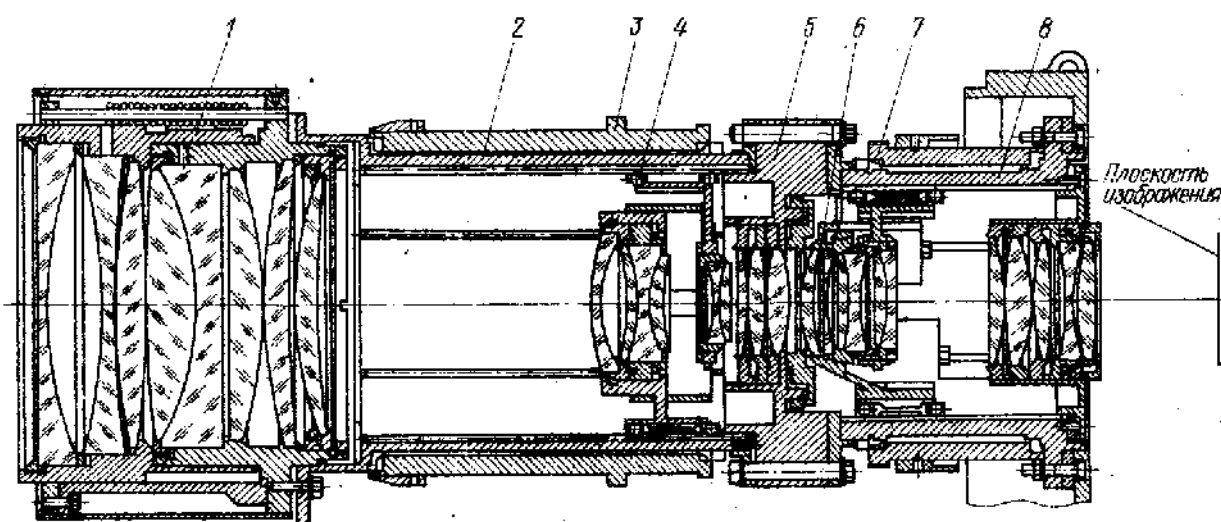


Рисунок 14 - Конструкция вариообъектива ОЦТ 35x13П

Для работы в составе камеры КТ-178 был разработан и выпускался оптико-механический комплекс с объективом ОЦТ 10x14П.

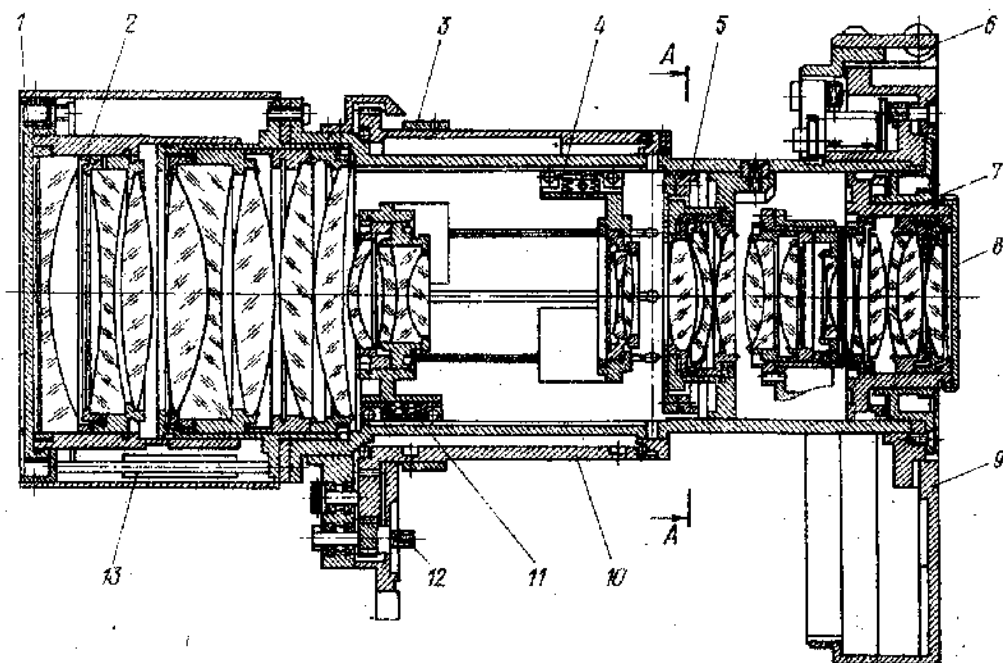


Рисунок 14а - Конструкция вариообъектива ОЦТ 10x14П

С 1986 года в ЛОМО серийно выпускался объектив «Вариогоир ЛОМО-201» с 10-кратным изменением фокусного расстояния для репортажной камеры КТ-190 (размер изображения 11мм). Объектив имеет короткую ближнюю дистанцию съёмки, небольшую массу и высокое качество изображения.

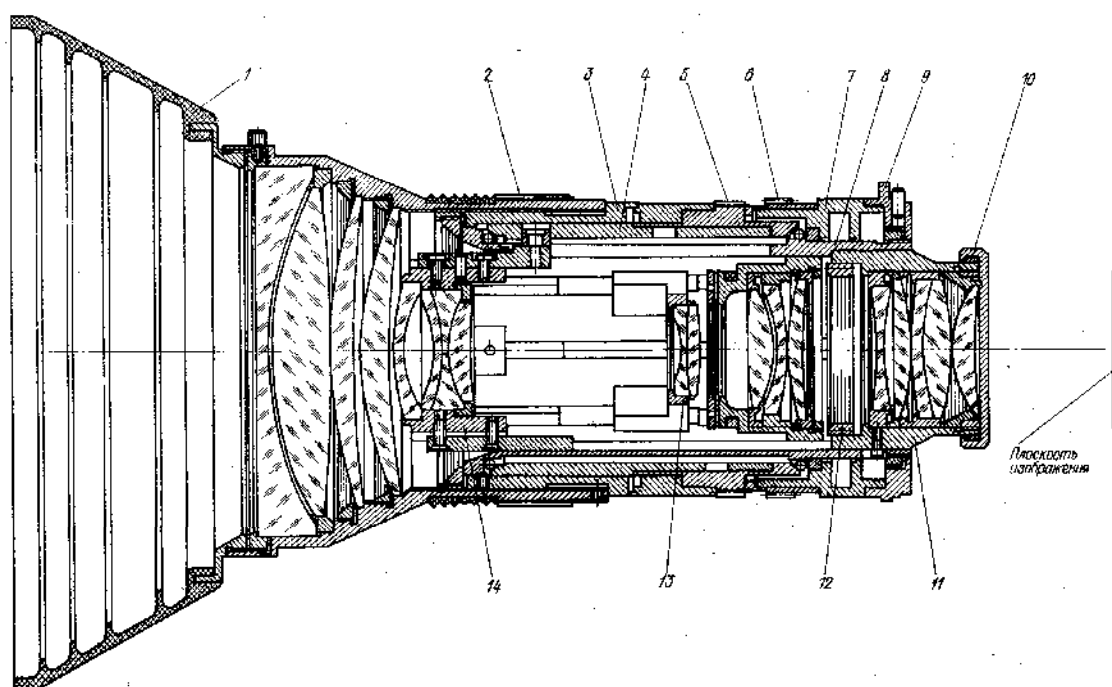


Рисунок 15 - Конструкция вариообъектива «Вариогоир ЛОМО-201»



Рисунок 16 - Отечественная портативная телекамера КТ-190

Решение всех вопросов, связанных с разработкой конструкции объективов, с разработкой покрытий и изготовлением цветоделительных блоков, с изготовлением оптики опытных образцов оптических комплексов (головок) передающих камер цветного телевидения и постановкой их на серийное производство в ЛОМО осуществлялось под научным руководством главного конструктора Объединения, в настоящее время доктора технических наук, профессора В.А.Зверева [14].

Начальные соображения по расчёту оптики фотографических объективов переменного фокусного расстояния представлены в виде отдельной главы в монографии Д.С. Волосова «Методы расчёта сложных фотографических систем» [13], которые получили развитие в публикациях его сотрудников: Н.А. Градобоевой, М.С. Стефанского и М.Г. Шпякина. Вопросам расчёта гауссовых элементов панкратических систем (систем переменного увеличения) общего вида активно занимались специалисты МВТУ им. Н. Баумана под научным руководством доктора технических наук, профессора Ивана Ивановича Пахомова.

Оригинальные результаты исследований проблем расчёта гауссовых элементов панкратических систем (систем переменного увеличения) общего вида, выполненных профессором И.И. Пахомовым, изложены в монографии «Панкратические системы» [15], в которой представлены разработанные им оригинальные методы расчёта, основанные на применении полиномов и дробей П.Л. Чебышёва.

За последние 50 лет область применения панкратических систем значительно расширилась и охватывает теперь не только фотографию, кинематографию, телевидение и микроскопию, но и такие отрасли техники, как тренажёростроение, тепловидение, пирометрия, лазерная техника и т. д.

Список использованных источников:

1. Бахрах А.М. Из истории оптического приборостроения. - М.: Машгиз, 1951. - 222 с.
2. Солодилов К.Е. Военные оптико-механические приборы. – М.: Оборонгиз, 1940. - 263 с.
3. Иванова Т.А., Фокина А.С. Панкратическая оборачивающая система. Авторское свидетельство СССР № 466477, G02B15/14, *Бюллетень изобретений*, 1975. - №13. - С.104.
4. Нефёдов Б.Л. Окуляр с переменным фокусным расстоянием. // *Оптико-механическая промышленность*. 1958, № 11. - С. 25-28.
5. Нефёдов Б. Л. Методы решения задач по вычислительной оптике. - М.-Л.: Машиностроение, 1966. - 264 с.
6. Нефёдов Б.Л., Чижиков В.А. Усовершенствованная оптическая система панкратических прицелов для спортивно – охотничьего оружия. / В сб. «Современные методы расчёта и проектирования оптических систем». Труды ГОИ. Т. XXXVII, вып. 167 - Л.: Машиностроение, 1970 - С. 226-239.
7. Иванова Татьяна Александровна – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/381/> [Дата обращения 07.07.2017]

8. Фотокинотехника. // Сб. под ред. Е.А. Иофис. - М.: Советская энциклопедия, 1981. - 447 с.
9. Слюсарев Г.Г. Расчёт оптических систем. Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1975. - 640 с.
10. Юдовина Т.С. Научная школа. Основоположники вычислительной оптики. Петербург–Ленинград. XX век. С.-Пб.: Университет ИТМО, 2016. - 264 с. Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди» Выпуск 12.
11. Волосов Д.С. Фотографическая оптика. (Теория, основы проектирования, оптические характеристики). // Учебное пособие для киновузов. - М.: Искусство, 1978. - 543 с.
12. Градобоева Н.А., Карлсбрун Р.М., Чайкин Д.С. Работы ГОИ по созданию и развитию телевизионной и фотографической оптики с переменными характеристиками. *Оптический журнал*, 1994, №8. - С. 63-68
13. Мальцев М.Д., Каракулина Г.А. Прикладная оптика и оптические измерения. / Учебное пособие для техникумов. - М.: Машиностроение, 1968. - 472с.
14. Оптические головки передающих камер цветного телевидения. // Справочник под ред. О.Н. Васильевского. - Л.: Машиностроение, 1988. - 109 с.
15. Зверев Виктор Алексеевич – персональная страница на сайте Виртуального музея Университета ИТМО. Адрес доступа: <http://museum.ifmo.ru/person/282/> [Дата обращения 07.07.2017]
16. Волосов Д.С. Методы расчёта сложных фотографических систем. – М.-Л.: Гостехиздат, 1948. – 396 с.
17. Пахомов И.И. Панкратические системы. / Серия Библиотека приборостроителя. – М.: Машиностроение, 1976. – 160 с.

ШИРОКОУГОЛЬНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ ПРОФЕССОРА

М.М. РУСИНОВА

Г.В. Карпова, И.А. Карасёва

Фотограмметрия, занимающаяся измерениями объекта по его изображениям, является естественным развитием учения о перспективе, основы которого были заложены ещё в средние века (XV–XVI вв.); к этому времени относится создание камеры обскура – прообраза современной фотографической камеры. Созданию современного фотоаппарата предшествовали открытия и изобретения многих поколений ученых и изобретателей. За 350 лет до Р.Х. древнегреческий ученый Аристотель писал, что лучи света, проникающие в темную комнату через небольшие отверстия, например, в ставне окна, могут создавать на противоположной стене комнаты световое изображение предметов, находящихся перед окном на улице. Темная комната (позднее коробка или ящик) с небольшим отверстием одной из стенок, а противоположная является экраном для световых изображений, получила название камера-обскура.

Для увеличения действующего отверстия камеры, а, соответственно, и для повышения освещенности образованного изображения, в отверстие камеры была вставлена линза. Камера с линзой в отверстии получила название стеноп-камера. Такое усовершенствование камеры было выполнено еще до 1550 года – о нем сообщает Джероламо Кардан в своем труде «О тонкости вещей», а венецианец Даниэль Барбаро в книге о перспективе (1568 год) не только дает описание камеры-обскуры с плосковыпуклой линзой в отверстии камеры, но отмечает сферическую аберрацию изображения и предлагает для уменьшения ее влияния диафрагмировать линзу. В 1573 году Игнатий Данти, переводя и комментируя оптику Евклида, описывает камеру-обскуру и советует применять плоское зеркало для получения прямых изображений. Схема усовершенствованной камеры-обскуры, применявшейся Джованом Баттистом Портой [1], показана на рис. 1. Ему же принадлежит идея применения камеры-обскуры как

волшебного фонаря, т.е. для проецирования рисунков, помещенных на сравнительно малом расстоянии от отверстия и сильно освещенных Солнцем или свечами [1].

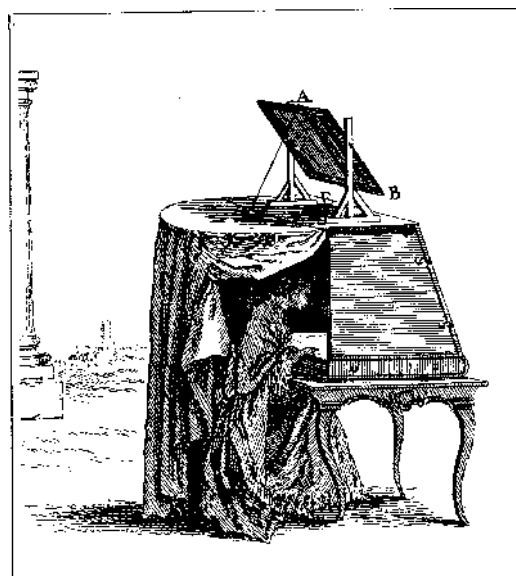


Рисунок 1 - Усовершенствованная камера обскура: АВ – зеркало, наклонённое под углом 45° к горизонту; Е – положительная линза, формирующая на бумаге для рисования изображение внешнего предмета.

Над усовершенствованием камеры обскура работали Йоганн Кеплер (1611 год) и Р. Гук (1679 год) [2]. В 1764 году русским ученым, профессором химии (с 1745 года), действительным членом Санкт-Петербургской Императорской академии наук Михаилом Васильевичем Ломоносовым была составлена и опубликована инструкция для съёмки местности при помощи этой камеры.

Естественно предположить, что с тех пор, как в отверстие камеры обскура была вставлена линза, существует проблема качества изображения. Эта проблема стала еще более острой после изобретения в 1839 году Дагером (Франция) фотографии, позволяющей получать изображение, не прибегая к зарисовке его на бумаге от руки [2].

Спустя всего двадцать лет после этого, Эмэ Лосседа (Франция) создаёт специальный фотоаппарат для производства наземной фото-теодолитной съёмки; почти одновременно в 1858 году Надар (настоящее имя — Гаспар

Феликс Турнашон) производит первые опыты по фотографированию земной поверхности с привязного аэростата [3].

Заметим, что и в дореволюционной России проводились работы по фотограмметрическим съёмкам: так, в 1898 году Р.Ю. Тиле был создан многообъективный аэрофотоаппарат для съёмок с привязного аэростата, причём для облегчения фотограмметрической обработки аэроснимков фотографирование осуществлялось на перспективных снимках линии горизонта. В это же время В.Ф. Найдёновым была создана схема перспективного трансформатора, а капитаном С.А. Ульяниным велись работы по созданию фотоаппаратов, оснащённых длиннофокусными объективами, для съёмок с воздушного змея.

Однако настоящее развитие аэрофотосъёмка и фотограмметрия получили в послереволюционное время, когда, по существу, почти заново были созданы, как аппаратура: девятиобъективная камера Дробышева, широкополосная насадка Ю.К. Юцевича, стереометры Ф.В. Дробышева, дисторзирующая оптика В.Н. Чуриловского, щелевая камера В.С. Семёнова, широкоугольные объективы М.М. Русинова, - так и методики обработки аэроснимков: метод прямой линии Г.В. Романовского, метод неискажённой модели М.Д. Коншина-Г.В. Романовского и др.



Профессор Михаил Михайлович Русинов (1909 – 2004)

Создание широкоугольных фотографических объективов для решения измерительных задач является сложнейшей задачей вычислительной оптики. Это объясняется тем, что в отличие от объективов, имеющих среднее значения углового поля изображаемого пространства, при разработке широкоугольных объективов приходится решать следующие задачи:

- обеспечение достаточно высокой освещённости изображения на краях углового поля;
- компенсация неэлементарных аберраций, наблюдаемых только при больших угловых полях;
- компенсация полевых аберраций без применения частичного геометрического виньетирования наклонных пучков лучей.

Распределение освещённости в изображении, образованном фотографическим объективом, определяется косинусом в четвёртой степени половины углового поля в пространстве изображения [4]:

$$E = E_0 \cos^4 \omega', \quad \dots (1)$$

где E_0 – освещённость в изображении осевой точки. При выводе этой формулы предполагалось, что оптическая система объектива образует безаберрационное изображение предмета и апертурной диафрагмы. В случае реальной оптической системы эта формула принимает вид:

$$E = P_{yc}(\omega') E_0 \cos^4 \omega', \quad \dots (2)$$

где $P_{yc}(\omega')$ – аберрационный коэффициент Русинова (названный им

2
2

коэффициентом аберрационного виньетирования - $\frac{a}{a_0} \frac{dS'_0}{dS'}$); a' – радиус
 $P_{yc}(\omega') =$

изображения апертурной диафрагмы; dS' – площадь вне осевого элемента изображения. Вполне очевидно, что аберрации в изображении апертурной диафрагмы, образованном частью оптической системы, расположенной за

ней, определяют неравенство $\frac{a^2}{a_0^2} \neq 1$, а неравенство $\frac{dS'_0}{dS'} \neq 1$ определяется дисторсией в изображении.

Анализируя светораспределение в изображении в общем случае, М.М. Русинов показал, что «... при составлении сложной системы из двух ортоскопических систем светораспределение совокупности обеих систем определяется четвёртой степенью косинуса полевого угла в пространстве, где расположена материальная диафрагма, независимо от величины полевого угла в предметном пространстве и величины искривления промежуточного изображения» [5].

Пусть в пространстве расположения апертурной диафрагмы $P_{yc}(\omega_{ад}) = 1$. Тогда, при $2\omega_{ад} = 90^\circ \div 100^\circ$: $E_{ад} = (0,25 \div 0,17)E_{0ад}$, а при $2\omega_{ад} = 120^\circ$: $E_{ад} = 0,0625E_{0ад}$, что уже недостаточно для практического применения объектива.

Поперечное увеличение изображения апертурной диафрагмы в обратном ходе лучей (входного зрачка в пространстве предметов) определяется известной формулой синусов в виде:

$$V = \frac{\sin \omega_{ад}}{\sin \omega} \quad \dots(3)$$

Пусть из условия приемлемого распределения освещённости в образованном изображении выбрана величина углового поля $2\omega_{ад}$, при котором

$$\cos \omega_{ад} = \sqrt[4]{\psi_{ад}}, \quad \dots(4)$$

где $\psi_{ад} = \frac{E_{ад}}{E_{0ад}}$.

При этом при требуемой величине углового поля 2ω в изображаемом пространстве предметов величина поперечного увеличения V определяется формулой (3). Пусть, например, $2\omega_{ад} = 100^\circ$. Тогда при $\psi_{ад} = 0,17$ в соответствии с формулой (4) получаем $\cos \omega_{ад} = 0,6421$; $\sin \omega_{ад} = 0,7666$. Пусть,

например, $2\omega = 140^\circ$; $\sin \omega = 0,9397$. Подставив соответствующие величины в формулу (3), получаем $V = 0,8158$.

При разработке широкоугольных ортоскопических объективов возможны различные композиционные приёмы. Так, например, принципиальная схема симметричной оптической системы широкоугольного объектива «Лиар-6», представленная на рис. 2, скомпонована на основе применения наружных отрицательных линз, вносящих положительную кривизну поверхности изображения и одновременно развивающих угловое поле изображаемого пространства.

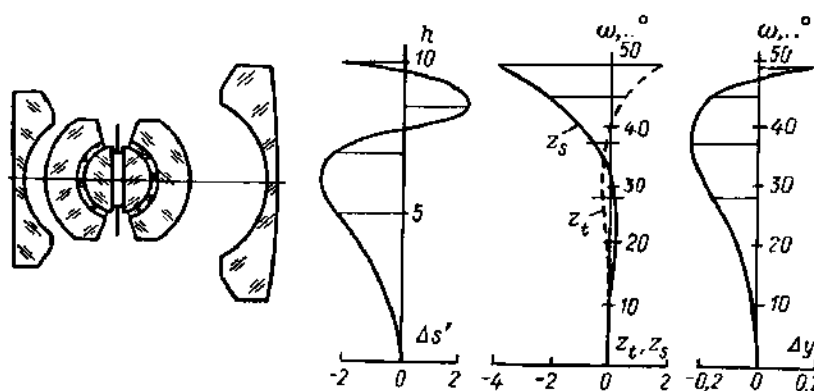


Рисунок 2.- Схема оптики широкоугольного объектива «Лиар-6»:

$$f' = 100,6 \text{ мм}; s'_F = 61,1 \text{ мм}; 2\omega = 100^\circ; 2A = 1:5.$$

Схема этого объектива состоит из базового положительного компонента, выполненного из concentric линз, а также двух отрицательных линз, расположенных по обе стороны центрального базового компонента.

Наглядное представление об эффективности влияния разработанной конструкции оптической системы объектива на распределение освещённости в изображении даёт аппроксимация распределения выражением вида:

$$\psi(w) = \cos^q \omega \quad \dots(5)$$

В изображении, образованном объективом «Лиар-6», показатель степени $q = 3,8$.

Основное свойство симметричных или пропорциональных систем заключается в отсутствии или малости таких aberrаций изображения, как кома, дисторсия и хроматическая aberrация увеличения при значительных

угловых полях. При этом в качестве базового конструктивного элемента целесообразно использовать менискообразную линзу, работающую при дальнем положении входного зрачка, так как в этом случае изображение отличается лучшей коррекцией астигматизма и практически постоянной меридиональной составляющей сферической aberrации [6].

Характерным примером применения мениска при дальнем положении входного зрачка является симметричная оптическая система объектива «Гипергон», схема которой представлена на рис. 3; угловое поле объектива $2\omega = 135^\circ$ и относительное отверстие $2A = 1:30$. Заметим, что в изображении, образованном объективом «Гипергон», наблюдается очень сильное падение освещённости изображения на краю углового поля: $E \approx 0,02E_0$.

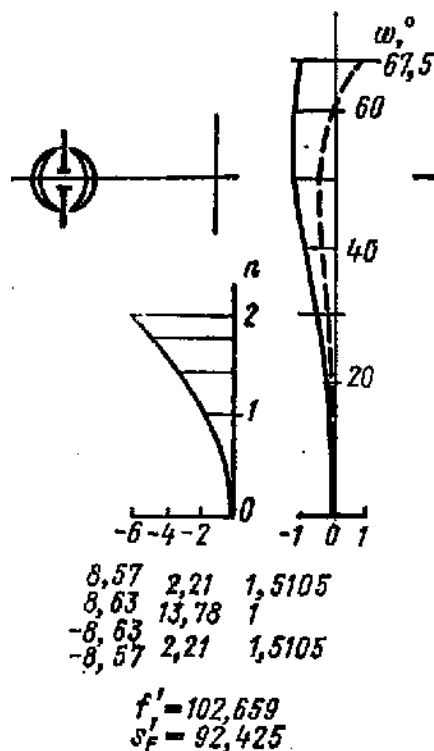


Рисунок 3. - Оптическая система объектива «Гипергон»: $f' = 102,66$ мм;
 $s_F' = 92,42$ мм; $2\omega = 135^\circ$; $2A = 1:30$.

И, тем не менее, на основе принципиальной схемы оптической системы объектива «Гипергон» было создано несколько широкоугольных объективов. К их числу относятся объективы «Руссар-1» при $q = 5,2$ (та же схема оптической системы в объективе «Руссар-19»), «Топогон» (та же схема оптической системы в объективе «Руссар-5» при $q = 5,0$), «Метрогон» и

«Орион». Схемы оптических систем объективов «Руссар-19» и «Топогон» представлены на рисунках 4 и 5. Во всех этих объективах угловое поле ограничивается величиной $2\omega = 90^\circ \div 100^\circ$, что определяется приемлемой величиной падения освещённости изображения на краю углового поля.

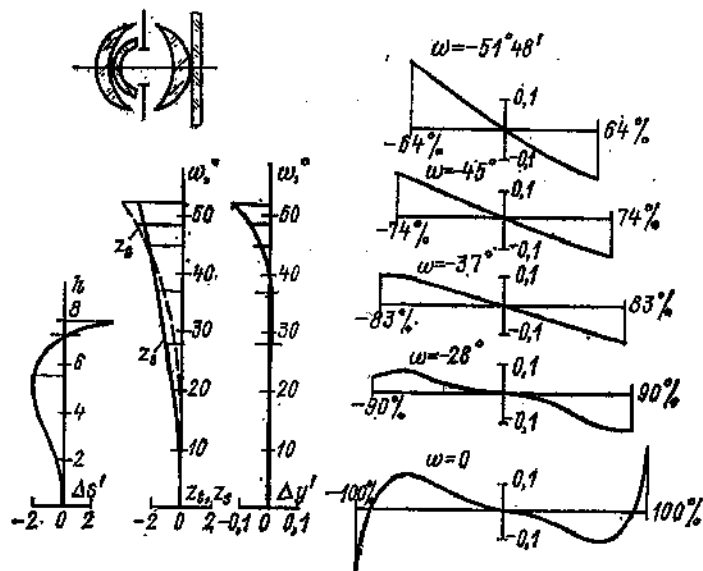


Рисунок 4 - Схема оптической системы объектива «Руссар-19»:

$$f' = 99,8 \text{ мм}; s'_F = 76,8 \text{ мм}; 2\omega = 103^\circ; 2A = 1:6,3.$$

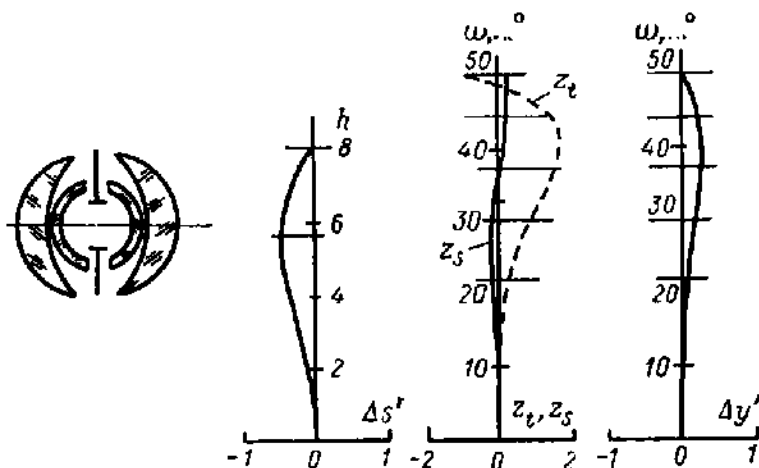


Рисунок 5 - Схема оптики широкоугольного объектива «Топогон»

Важную роль в развитии широкоугольных ортоскопических объективов сыграло положительное абберационное виньетирование, применение которого позволило существенно уменьшить падение освещённости изображения на краю углового поля. Явление положительного абберационного виньетирования было обнаружено профессором

М.М. Русиновым при исследовании двухлинзовой половинки симметричного объектива с наружными отрицательными линзами в виде менисков, сильнопрогнутых к диафрагме.

Применение таких менисков позволило получить распределение освещённости в изображении, определяемое выражением $\psi = P_{yc}(\omega)\psi_{ad}$, где значение коэффициента $P_{yc}(w) > 1$. С другой стороны, применение сильно прогнутых коррекционно-силовых отрицательных менисков существенно расширило коррекционные возможности системы, что позволило избежать необходимости введения геометрического виньетирования частей наклонных пучков лучей для исключения неэлементарных аберраций. Для лучшей компенсации астигматизма во внутренних базовых положительных линзах были введены коррекционные аномальные склейки.

Напомним, что номинальное положение изображения при некотором положении предмета относительно преломляющей поверхности определяется формулой Аббе в виде: $n' \left(\frac{1}{s'} - \frac{1}{r} \right) = n \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{r} \right)$. Если предположить, что предмет расположен на бесконечно большом расстоянии от преломляющей поверхности, т.е. если $s = \infty$, то его изображение будет расположено в фокальной плоскости поверхности ($s' = f'$). При этом оптическая сила поверхности определится формулой

$$\frac{1}{f} = \frac{n' - n}{n' r} \quad \dots(6)$$

Склеенные поверхности, отрицательные по оптической силе, М.М. Русинов назвал нормальными склейками, а поверхности, имеющие положительную оптическую силу – аномальными склейками. Когда склеенная поверхность вогнутой стороной обращена к входному зрачку, она названа поверхностью прямой ориентировки в отличие от поверхности обратной ориентировки, когда поверхность склейки обращена к входному зрачку выпуклой стороной [5].

В результате изложенных соображений была разработана принципиальная конструктивная схема широкоугольных объективов «Руссар-2"2» при $q = 3,1$, «Руссар-25» при $q = 3,0$ и «Руссар-29» при $q = 2,9$, угловые поля которых достигают значений $2\omega = 103^\circ \div 122^\circ$ при улучшенном светораспределении по полю изображения. Схема оптической системы объектива «Руссар-29» и графики aberrаций образованного ею изображения представлены на рис. 6.

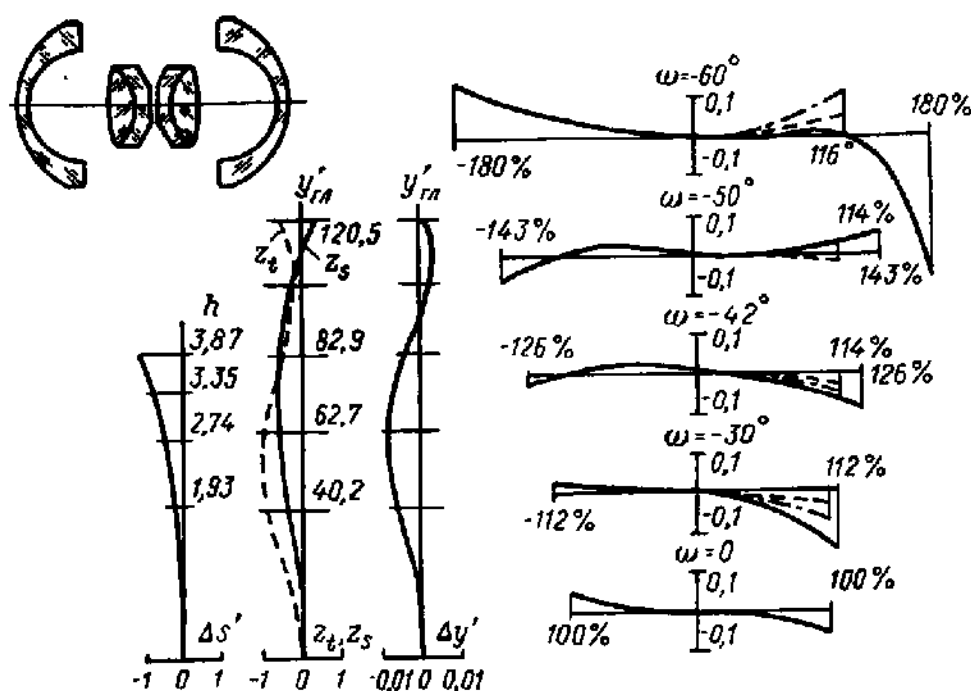


Рисунок 6.- Схема оптики широкоугольного объектива «Руссар-29»:

$$f' = 69,6 \text{ мм}; s'_F = 38,0 \text{ мм}; 2\omega = 120^\circ; 2A = 1:9.$$

Параметры качества объектива «Руссар-29», разработанного ещё в 1945 году, определили его применение для картографической аэросъёмки в течение трёх десятилетий.

Возросшие требования к широкоугольным аэрофотообъективам (в связи с переходом к съёмкам в средних и крупных масштабах) обусловили необходимость дальнейшего повышения качества изображения, образованного объективами «Руссар-29». Эту задачу удалось решить за счёт усложнения положительного силового компонента путём введения в него конструктивных элементов для компенсации сферической аберрации.

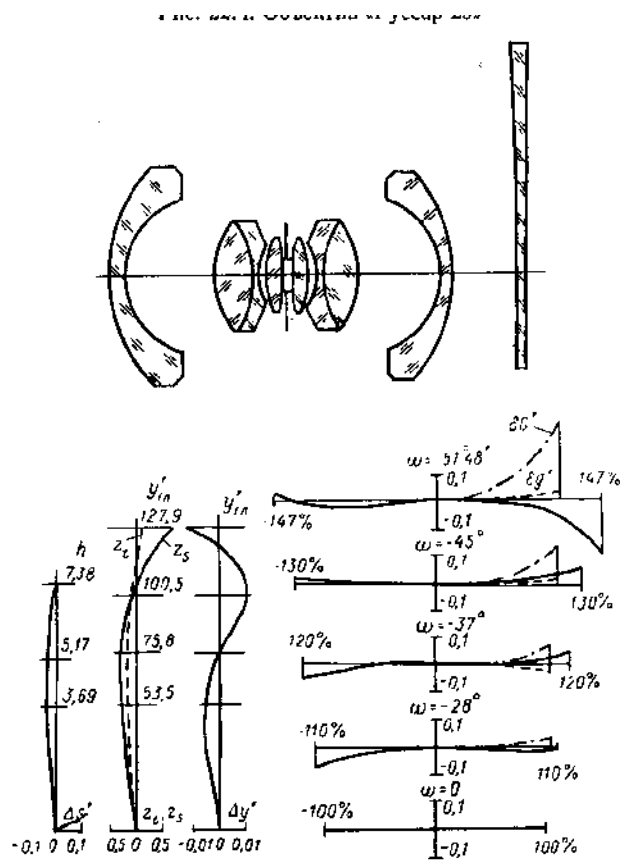


Рисунок 7.- Схема оптики широкоугольного объектива «Руссар-63»:

$$f' = 100,5 \text{ мм}; s'_{F'} = 0,0 \text{ мм}; 2\omega = 103^0; 2A = 1:6,8.$$

В результате этой работы были созданы аэрофотосъёмочные объективы «Руссар-63» при $q = 3,0$ и «Руссар-71» при $q = 3,2$. Схемы оптических систем этих объективов представлены на рисунках 7 и 8 соответственно.

Другое направление развития объективов «Руссар-29» (кроме усложнения его силового компонента) состояло в разделении коррекционно-силовых отрицательных менисков на два или даже на три мениска. Оптические системы этого направления развития были реализованы в объективах «Авиогон» и «Супер-Авиогон» фирмой «Вильд» (Wild), а также в объективах «Руссар-67» при $q = 2,7$ и «Руссар-73» при $q = 2,9$, причём в последних двух объективах передний отрицательный компонент состоит из трёх отрицательных менисков.

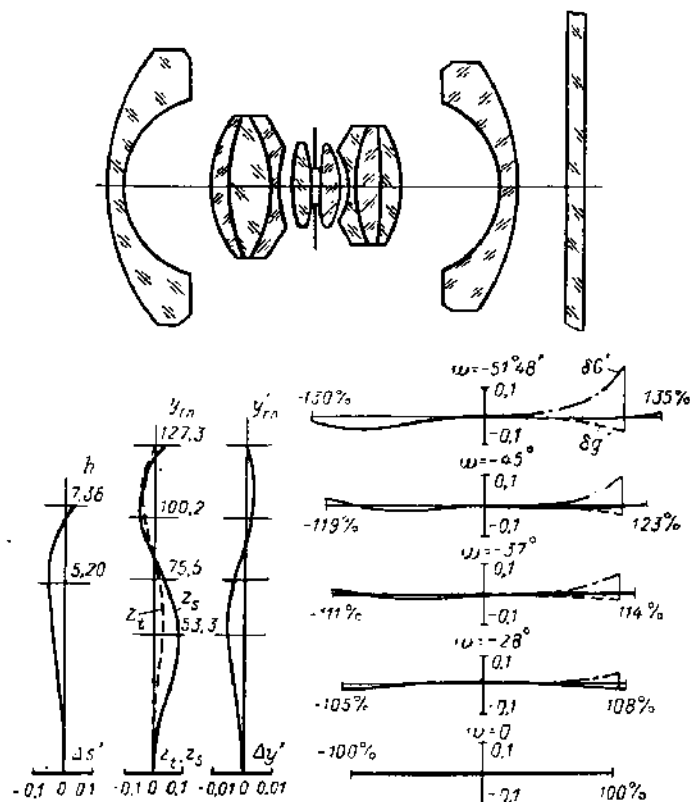


Рисунок 8. - Схема оптики широкоугольного объектива «Руссар-71»: $f' = 100,2 \text{ мм}$; $s_F' = 0,0 \text{ мм}$; $2\omega = 103^\circ$; $2A = 1:6,8$.

Схемы оптических систем и графики остаточных aberrаций изображения объективов «Авиогон», «Супер-Авиогон», «Руссар-67» и «Руссар-73» представлены на рисунках 9 – 12.

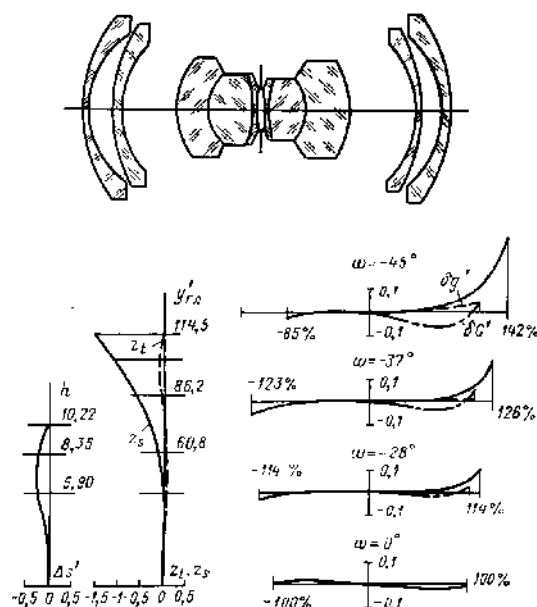


Рисунок 9. - Схема оптики широкоугольного объектива «Авиогон»

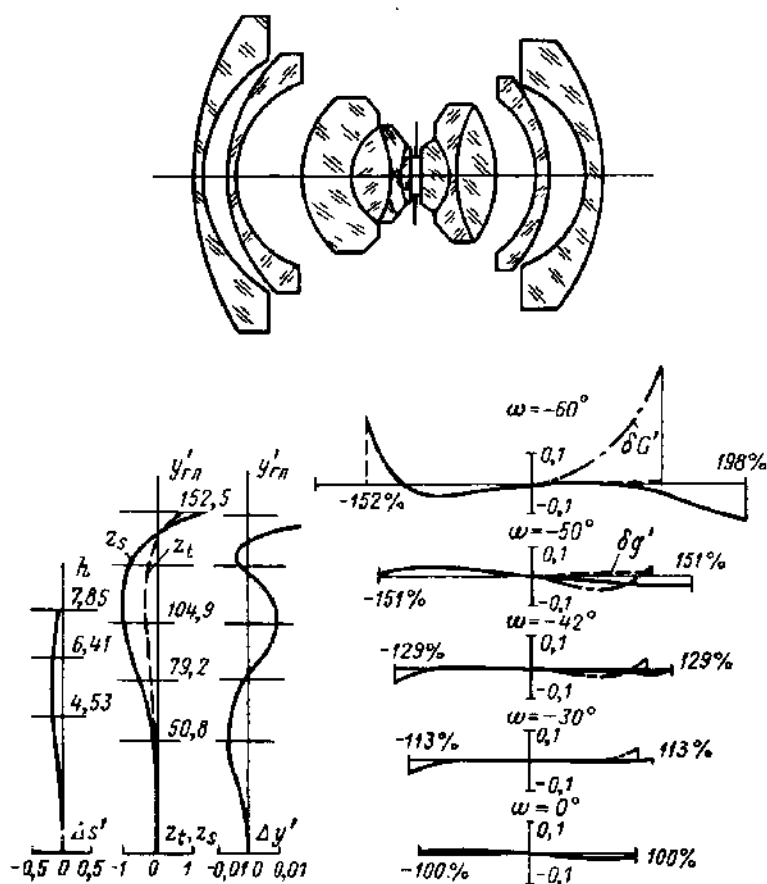


Рисунок 10. - Схема оптики широкоугольного объектива «Супер-Авиогон»

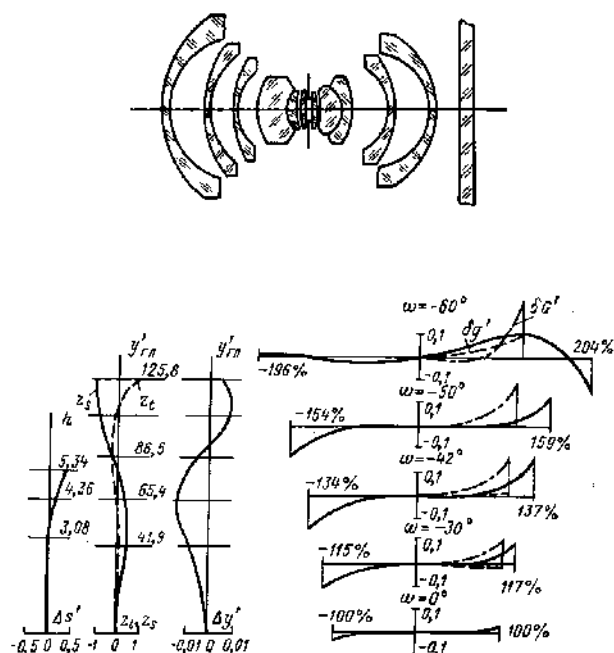


Рисунок 11. - Схема оптики широкоугольного объектива
«Руссар-67»: $f' = 70,7 \text{ мм}$; $s'_F = 0,0 \text{ мм}$; $2\omega = 120^\circ$; $2A = 1:6,8$

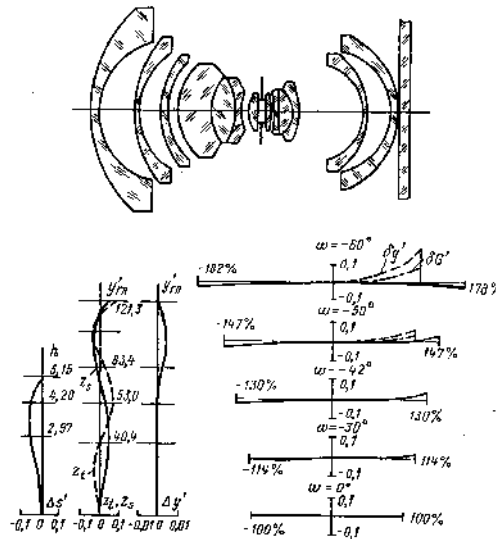


Рисунок 12. - Схема оптики широкоугольного объектива

«Руссар-73»: $f' = 70,0 \text{ мм}$; $s'_F = 0,0 \text{ мм}$; $2\omega = 120^\circ$; $2A = 1:5,6$.

При разработке особо широкоугольных объективов с угловыми полями $2\omega = 135^\circ$ и более необходимо получить значительное уменьшение величины V при положительном абберационном виньетировании, т.е. получить $P_{yc}(w) \gg 1$. Решение этой задачи может быть достигнуто путём размещения перед собственно объективом ортоскопической системы, развивающей угловое поле в пространстве предметов и не нарушающей коррекции дисторсии. Эта система должна удовлетворять условию:

$$\text{tg } \{\omega' / \text{tg } w'\} = W = \text{const} < 1 \quad \dots(7)$$

Разработка таких систем при угловых увеличениях, существенно отличающихся от единицы, из линз со сферическими поверхностями представляет весьма сложную задачу. Поэтому в этом случае вполне целесообразно применение отрицательной линзы, одна из поверхностей которой имеет несферическую форму. При несферической форме второй поверхности остаточный астигматизм изображения, образованного ортоскопической линзой, меньше, чем при первой. Кроме того, при внутренней несферической поверхности диаметр линзы получается значительно меньше; это обстоятельство в какой-то степени оправдывает более сложную технологию изготовления внутренней несферической поверхности.

Схема оптической системы особо широкоугольного объектива «Руссар-38» при $q = 2,0$ и особо широкоугольного объектива «Руссар-62» при $q = 1,5$, угловое поле которого $2\omega = 136^\circ$, и графики остаточных aberrаций образованного ими изображения представлены на рис. 13 и рис.14.

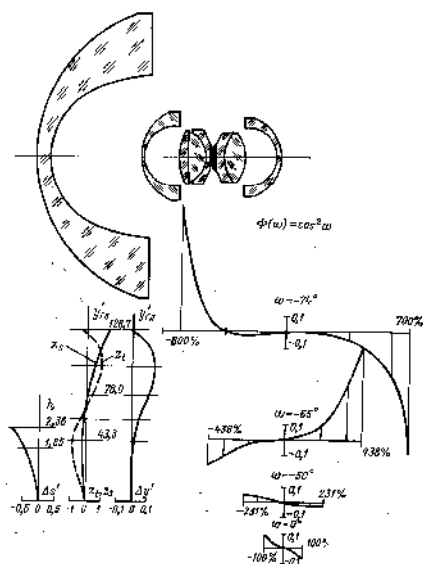


Рисунок 13. - Схема оптики особо широкоугольного объектива «Руссар-38»:

$$f' = 36,37 \text{ мм}; s'_F = 31,3 \text{ мм}; 2\omega = 148^\circ; 2A = 1:7,7.$$

Диаметр изображения, образованного объективом, определяется формулой $D' = 2f' \operatorname{tg} \omega$. Даже при $2\omega = 120^\circ$ диаметр изображения. Вполне очевидно, что при $2\omega = 180^\circ$ величина $D' = \infty$. Поэтому для получения изображения конечных размеров применяют объективы, формирующие изображение с большой отрицательной дисторсией. Заметим, что при наличии отрицательной дисторсии отношение $\frac{dS'_0}{dS'} > 1$, а, следовательно, при этом коэффициент $P_{yc}(\omega) > 1$. Таким образом, наличие отрицательной дисторсии весьма существенно способствует улучшению светораспределения в изображении. Однако, следует иметь ввиду, что в этом случае будет наблюдаться неизбежное снижение разрешающей способности изображения.

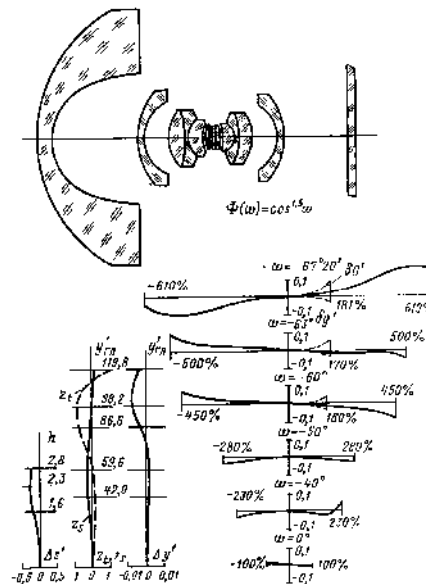


Рисунок 14. - Схема оптики особо широкоугольного объектива «Руссар-62»:

$$f' = 50,0 \text{ мм}; s'_{F'} = 0,0 \text{ мм}; 2\omega = 136^{\circ}30'; 2A = 1:9.$$

Задача развития углового поля при наличии отрицательной дисторсии в изображении сравнительно легко решается путём размещения перед выбранной оптической системой объектива плосковогнутой линзы со сферической поверхностью, концентричной к зрачку входа расположенной за ней системой. Достоинством такой схемы является отсутствие комы и астигматизма в изображении, образованном передней линзой, развивающей угловое поле собственно системы объектива.

Эта принципиальная схема в 1929 году была положена в основу разработанной профессором В.Н. Чуриловским оптической системы объектива широкоугольной камеры, состоящей из двухлинзовой отрицательной системы–дистортера и расположенного за ней объектива типа объектива «Тессар» с угловым полем $2\omega = 60^{\circ}$. Схема оптической системы объектива представлена на рис. 15. Угловое поле дисторзирующего объектива В.Н. Чуриловского $2\omega = 127^{\circ}$ при относительном отверстии $2A = 1:5,6$.

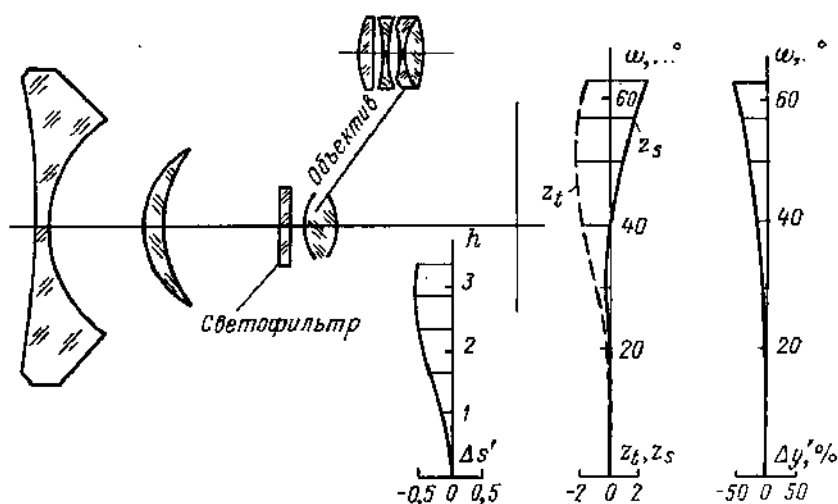


Рисунок 15. - Схема оптики дисторзирующего объектива

В.Н. Чуриловского



Профессор Владимир Николаевич Чуриловский (25.05.1898 -11.11.1983)

Во время Великой Отечественной войны по аналогичной схеме построения фирмой «Карл Цейс», Йена (*CarlZeiss, Jena*) был разработан дисторзирующий объектив под названием «Плеон», Оптическая система объектива состоит из переднего отрицательного двухлинзового компонента и расположенной за ним системы типа оптической системы объектива «Топогон», как показано на рис. 16. Угловое поле объектива «Плеон» $2\omega = 148^\circ$.

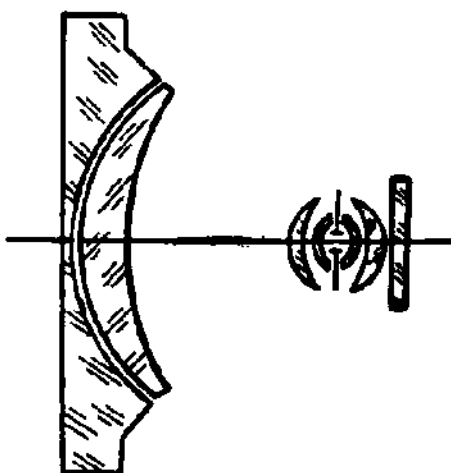


Рисунок 16 - Схема оптики дисторзирующего объектива «Плеон».

Заметим, что в оптических системах рассматриваемых объективов наличие передней вогнутой или плоской поверхности служит препятствием для дальнейшего развития углового поля до $2\omega \geq 180^\circ$. Этого препятствия нет, если передняя поверхность линзы имеет выпуклую форму. В качестве примера на рис. 17 приведена схема оптической системы и графики остаточных aberrаций изображения дисторзирующего объектива Хилля с передней отрицательной линзой менискообразной формы.

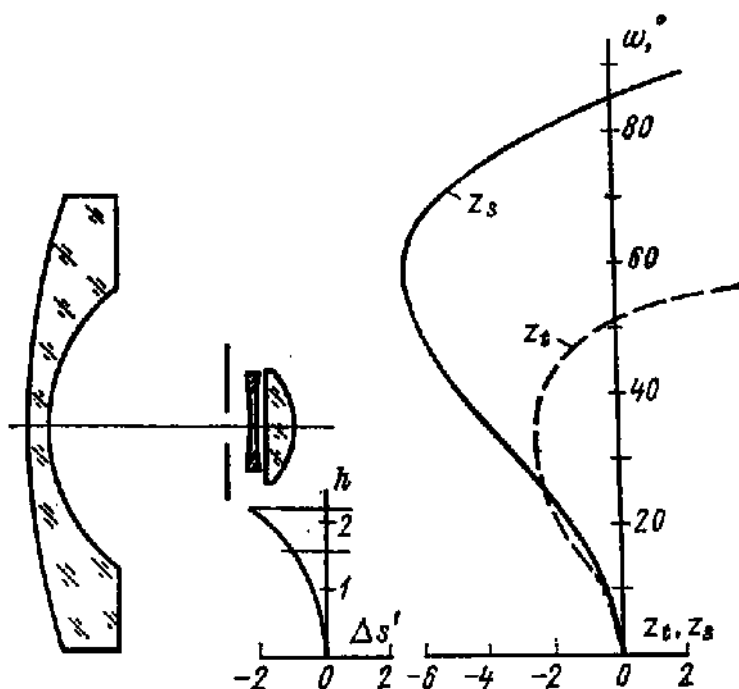


Рисунок 17.- Схема оптики дисторзирующего объектива Хилля

При необходимости выполнения по дисторзированным снимкам угловых измерений (при съёмке облачности, метеоритов и т.п.) следует стремиться получить изменение величины изображения в соответствии с зависимостью: $y' = -f'\omega$. Получение такого вида изменения величины изображения возможно в оптических системах объективов, в которых передняя отрицательная система, развивающая угловое поле следующей за ней системы, состоит из нескольких отрицательных менисков, работающих при минимуме угла отклонения главного луча.

Схема дисторзирующей оптической системы такого объектива, угловое поле которого $2\omega = 170^\circ$, и графики остаточных aberrаций изображения приведены на рис. 18.

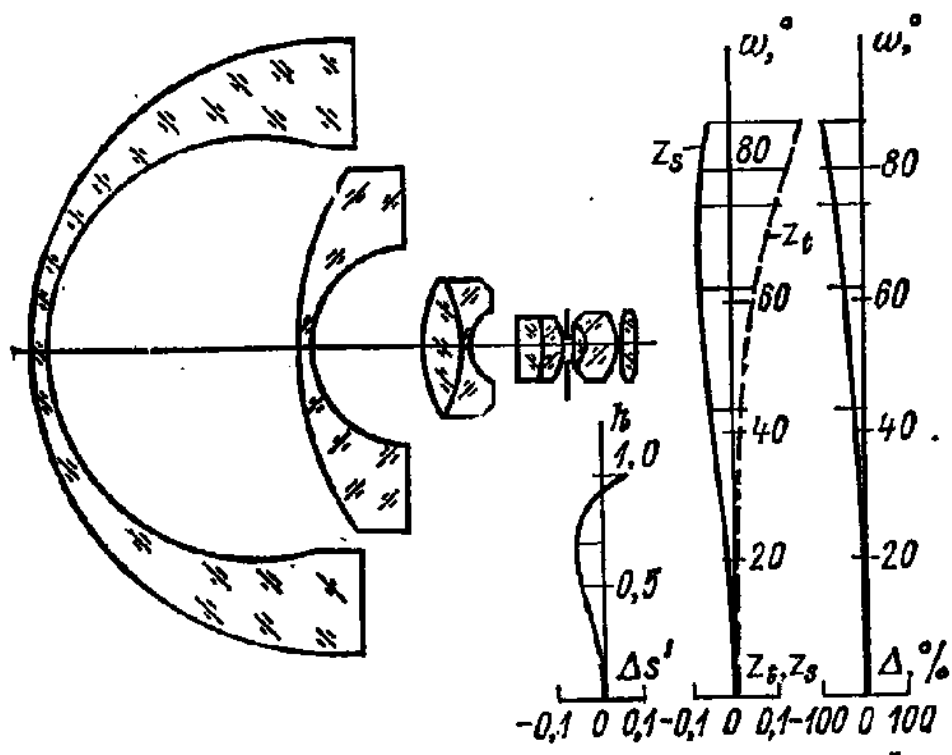


Рисунок 18. - Схема оптики ω -объектива.

Возникает естественный вопрос: что определяет потребность в увеличении углового поля аэросъёмочных объективов? Ответ на этот вопрос определяется условиями их применения.

Так, например, при фотографировании архитектурных объектов минимальное расстояние до фотографируемых объектов определяется

величиной углового поля фотообъектива. При угловом поле изображаемого пространства, равном 2ω , ширина $2L$ полосы фотографируемой поверхности с летящего на высоте H самолёта равна

$$2L = 2H \operatorname{tg} \omega \quad \dots(4)$$

Отсюда следует, что чем больше угловое поле, тем шире полоса фотографируемой поверхности, тем меньше времени полёта требуется для картографической съёмки поверхности, а, следовательно, тем меньше средств требуется для её осуществления.

Величину изображения y' фотографируемого предмета y можно считать равной

$$y' = \frac{f'}{H} y, \quad \dots(5)$$

где f' – фокусное расстояние объектива. Скорость перемещения изображения в направлении полёта определяется очевидным выражением

$$\frac{dy'}{dt} = \frac{f'}{H} \frac{dy}{dt} = \frac{f'}{H} V, \quad \dots(6)$$

где V – скорость самолёта. При допустимой величине “смаза” изображения, равного $\delta y'$, время экспозиции

$$\delta t = \frac{H}{V} \frac{\delta y'}{f'} \quad \dots(7)$$

Напомним, что экспозиция съёмки определяется интегралом $q = \int_0^t E dt$

где освещённость изображения E определяется формулой (2). В этой формуле освещённость изображения

$$E_0 = \pi \tau L A^2 \quad \dots(8)$$

Здесь L – яркость фотографируемого объекта; τ – коэффициент пропускания света оптикой объектива и средой, разделяющей предмет съёмки и объектив; $2A$ – относительное отверстие объектива.

Вполне очевидно, что широкоугольные объективы могут оказаться полезными при выполнении самолётом разведывательного полёта в приграничной зоне.

Начало пилотируемых космических полётов определило новые условия наблюдения наземных объектов.

Сила, с которой два тела притягиваются друг к другу, называется гравитационной силой (силой тяготения). Если m – масса одного тела, M – масса другого тела, r – расстояние между центрами масс тел, G – гравитационная постоянная; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$, то гравитационная сила F равна

$$F = G \frac{mM}{r^2} \quad (9)$$

При движении тела по криволинейной траектории возникает радиальное (нормальное) ускорение, равное

$$a_n = \frac{V^2}{r} = \omega^2 r, \quad \dots(10)$$

где V – линейная скорость в рассматриваемой точке, ω – угловая скорость, r – радиус кривизны кривой в рассматриваемой точке.

При этом центробежная сила, т.е. сила инерции, действующая по радиусу от центра при движении тела массой m по окружности, равна

$$F_{\text{ц}} = ma_n = \frac{mV^2}{r} = m\omega^2 r = p\omega,$$

где p – импульс тела.

Если центробежная сила тела массой m равна силе притяжения к телу массой M , т.е. если

$$\frac{mV^2}{r} = m\omega^2 r = G \frac{mM}{r^2}, \quad \dots(11)$$

то тело массой m превращается в спутник тела массой M . Если центр тяжести тела массой m расположен на расстоянии r от центра тяжести тела массой M , то требуемая для этого линейная скорость движения тела массой m , как следует из равенства (11), равна

$$V = \sqrt{G \frac{M}{r}} \quad \dots(12)$$

Масса Земли $M = 5,97 \cdot 10^{24}$ кг [7]; средний радиус Земли (радиус равновеликого шара), вычисленный профессором Ф.Н. Красовским [10], равен $R_e = 6371$ км. Как следует из выражения (12), чтобы тело массой m стало спутником Земли, необходимо придать ему скорость $V = 7,91$ км/с. Изменение высоты спутника также влияет на его скорость. Если включить двигатель, чтобы увеличить скорость спутника, то получим обратный эффект: высота орбиты спутника при этом будет расти, а скорость его движения по орбите уменьшится.

Различают три типа околоземных орбит: высокие, средние и низкие. К наиболее низким следует отнести орбиту искусственного спутника Земли, высота которой $H \geq 200$ км. Как следует из рис. 19, с этой орбиты Земля видна под углом 2ω , причём

$$\sin \omega = \frac{R_e}{r}, \quad \dots(13)$$

где $r = R_e + H$. При $r = R_e + H = 6600$ км $\sin \omega = 0,9653$. При этом $2\omega \approx 149^\circ 44'$.

Таким образом, с орбиты $H \geq 200$ км с помощью объектива при $2\omega \approx 150^\circ$ можно получить фотографию всей видимой поверхности Земли. Высота орбиты Международной космической станции (МКС) $H = 400$ км. С борта МКС Земля видна под углом $2\omega \approx 132^\circ 07'$.

В настоящее время во многих странах, в том числе и в России, уделяют серьёзное внимание созданию космических аппаратов, оснащённых оптико-электронными комплексами (ОЭК), предназначенными для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основными компонентами ОЭК являются космический телескоп и система приёма и преобразования информации. ОЭК используются для решения широкого спектра задач в интересах изучения природных ресурсов, сельского хозяйства, метеорологии, картографии и ДЗЗ с получением снимков высокого пространственного разрешения (менее одного метра на поверхности Земли). Основные высоты

орбит, на которых работают ОЭК, лежат в пределах 500–800 км. Решение этих задач требует создания космического телескопа с форсированными оптическими параметрами (диаметр входного зрачка, фокусное расстояние, угловое поле изображаемого пространства) при одновременном ограничении по массогабаритным характеристикам [8].

Если угловая скорость спутника равна угловой скорости Земли, то в соответствии с формулой (11) расстояние между центрами тяжести спутника и Земли должно быть равным

$$r = \sqrt[3]{G \frac{M}{\omega^2}} \quad \dots(14)$$

Угловая скорость Земли $\omega = 7,292115 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$. При этом $r = 42115 \text{ км}$, а расстояние от поверхности Земли до спутника $H = r - R_e = 35744 \text{ км}$. Тогда в соответствии с формулой (13) находим, что в этом случае Земля видна с орбиты спутника под углом $2\omega \approx 17^\circ 24'$. При этом спутник движется по круговой орбите прямо над экватором (эксцентриситет и наклонение равны нулю) и относительно Земли стоит на месте. Он всегда расположен над одной и той же точкой на её поверхности.

Геостационарная орбита чрезвычайно важна для мониторинга погоды, так как спутники, расположенные на этой орбите, обеспечивают постоянный обзор одного и того же участка поверхности. Каждые несколько минут метеорологические аппараты предоставляют информацию об облаках, водяном паре и ветрах, и этот постоянный поток информации служит основой для мониторинга и прогнозирования погоды. Кроме того, геостационарные аппараты могут быть полезны для коммуникации (телефонии, телевидения, радио). Геостационарные спутники обеспечивают работу поисково-спасательного радиомаяка, используемого для помощи в поиске кораблей и самолётов, терпящих бедствие. И, наконец, многие высокоорбитальные спутники Земли занимаются мониторингом солнечной активности и отслеживают уровни магнитного поля и радиации.

Но это уже другая аппаратура и другие требования к применяемой оптике.

Список использованных источников:

1. Марио Льюцци. История физики. / Пер. с итал. Э. Л. Бурштейна. – М.: МИР, 1970. – 242 с.
2. Айрапетян Р. Парижский светописец. Электронный ресурс, адрес доступа: <http://www.peoples.ru/art/photo/nadar> [Дата обращения 06.07.2017]
3. Михайлов И.О. Из истории развития фотографии и кинематографии. Электронный ресурс, адрес доступа: http://mi-kron.narod.ru/student/txt/foto/istorij/istor_00.htm [Дата обращения 06.07.2017]
4. Зверев В.А., Точилина Т.В. Основы оптоотехники. / Учебное пособие. - СПб.: Университет ИТМО, 2014. - 307 с.
5. Русинов М.М. Техническая оптика. / Учебное пособие для вузов. – Л.: Машиностроение. 1979. – 488 с.
6. Русинов М.М. Композиция оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1989. - 383 с.
7. Кухлинг Х. Справочник по физике. / Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 520 с.
8. Инженерный справочник по космической технике. - М.: Воениздат, 1969. – 693 с.
9. Савицкий А.М. Принципы построения оптических систем термостабилизированных телескопов дистанционного зондирования Земли. Автореферат кандидатской диссертации. - Санкт-Петербург, 2012.
10. Инженерный справочник по космической технике. - М.: Воениздат, 1969. – 693 с.

ОБ ИЗДАНИИ «ИЗБРАННЫХ ТРУДОВ» АКАДЕМИКА

Д.С. РОЖДЕСТВЕНСКОГО

Юдовина Т.С.

В 1918 году был создан Государственный оптический институт (ГОИ), который по замыслу его организатора и первого директора Д.С. Рождественского должен был стать предприятием нового для того времени типа, тесно сочетающим фундаментальные, поисковые научные исследования с конкретными прикладными работами по оптическому приборостроению и по производству оптического стекла. Сложнейшая задача создания института, одновременно работающего как в научных, так и в технических направлениях, с упорством и неослабевающей энергией решалась коллективом ГОИ с 1918 года по 1932 год под руководством Д.С. Рождественского. Программа дальнейшего развития института, сформулированная в 1931 году Д.С. Рождественским, была поддержана и новым научным руководителем института академиком С.И. Вавиловым.



Д.С. Рождественский в рабочем кабинете. Ленинград, ГОИ. 1922 год

Положительное влияние на установление правильных взаимоотношений с промышленностью оказали выдающиеся руководители оптико-механической промышленности того времени главный инженер Всесоюзного объединения оптико-механической промышленности

(ВООМП) профессор Сергей Иванович Фрейберг и директор ГОМЗа Иван Александрович Уваров.

Из работ Д.С. Рождественского по общей оптике можно назвать его труды по микроскопии, в которых он развил теорию изображения в микроскопе, первый отметил важную роль интерференции в образовании изображения, высказал ряд идей по применению интерференционных методов для исследования физических процессов.

Драматична судьба российской генетики XX века. В 1931-32 годах генетики были причислены к «меньшевистствующему идеализму» – течению, которое осудил и окрестил этим термином И.В. Сталин. *«Обвинения в обстановке подозрительности 30-х годов, когда везде искали вредителей и врагов народа, дали свои результаты. Первой жертвой стал еще до дискуссий по генетике выдающийся ученый С.С. Четвериков. В 1929 г. он организовал семинар по генетике «СООР» (от слов «совместное оранье»). Этот семинар собирался не в институте, а поочередно на дому у его участников. Когда про это стало известно, Четвериков был уволен и выслан из Москвы в Свердловск, где ему удалось устроиться консультантом при зоопарке. Если бы это произошло не в 1929 г., а на несколько лет позже, он бы так легко не отделался. Многие генетики были арестованы в 1937 г. Среди них был и Г.А. Надсон, который погиб в заключении. В 1940 г. был арестован Н.И. Вавилов. Его обвинили в том, что он английский шпион (припомнили работу в Англии в лаборатории Бэтсона). В 1941 г., когда Н.И. Вавилов был в тюрьме, агрохимик академик Д.Н. Прянишников выдвинул его на соискание Сталинской премии. Тогда это был героический поступок, связанный с риском для жизни. Вавилов умер в Саратовской тюрьме от истощения. Вслед за Вавиловым были арестованы Карпеченко, Левитский (это был его третий арест), которые погибли в тюрьме, и другие генетики. Карпеченко и Левитский вызвали подозрения уже потому, что бывали за границей: Карпеченко в 1929-1931 гг. стажировался в США, а Левитский за антиправительственную деятельность еще в 1907 г. был*

выслан из России и работал сначала на биологической станции в Неаполе, а потом в Германии в лаборатории знаменитого цитолога Страсбургера (он, как и О. Гертвиг, пришел к заключению, что носителем наследственности является ядро клетки). А всякий человек, который побывал за границей, рассматривался в те годы как потенциальный шпион». За работами и судьбами этих учёных внимательно следил Д.С. Рождественский, безусловно, тяжело переживая их опалу. Генетике принадлежит будущее – это для него было очевидно. Чем же он - физик может помочь генетикам? Как?

В лекции «Чем овладел и что должен завоевать микроскоп», прочитанной 11 мая 1936 года рабочим и инженерно-техническим работникам завода «Прогресс», академик Д.С. Рождественский говорил: *«...Коротко нельзя рассказать, как генетика – наука о наследственности – выдвинула понятие о гене, как получила возможность изменять гены в хромосомах, как, наконец, научилась буквально творить живые существа с заранее заданными свойствами».*

Возникли проблемы и у академика Д.С. Рождественского. В 1932 году директором ГОИ был назначен И.И. Орловский, в 1933 году – М.О. Арташевич, в 1933 году – Л. Ольберт, в 1936 году – В.А. Тихомиров, в 1937 году – Дмитрий Павлович Чехматаев. В данной Д.С. Рождественскому характеристике, подписанной директором ГОИ В.А. Тихомировым, читаем: *«В общественной жизни не участвует, живет обособленно, к новым мероприятиям и методам в области научной работы относится критически, рассматривая их как вредно влияющих на развитие науки».* Конфликт разрастался. Должность начальника отдела сменилась должностью начальника сектора спектроскопии, затем должностью начальника лаборатории.

В конце концов, в 1938 году, во время утверждения новых планов работ, директором института Д.П. Чехматаевым была отклонена работа академика Д.С. Рождественского по спектрам редкоземельных элементов под предлогом того, что они «редко встречаются». Последовал приказ № 23 об

увольнении Д.С. Рождественского в январе 1939 года. «...с 1.01.1939 года Д.С. Рождественского считать внештатным консультантом ГОИ», — гласил приказ.

Правда, вскоре в деле Дмитрия Сергеевича появляется записка: «О.К.[отделу кадров]. В изменение приказа № 23 от 26.01 академик Д.С. Рождественский остается в [институте] штатным консультантом при ОТЛ с окладом в 500 руб[лей]». Об описываемом периоде жизни Д.С. Рождественского даёт некоторое представление процесс получения разрешения на издание его трудов.



Д.С. Рождественский на даче. Ленинградская обл. 20 июня, 1940 года

В письме президента АН СССР С.И. Вавилова на имя Г.М. Маленкова (как заместителя председателя Совета Министров СССР) от 14 июля 1949 года говорилось, что «...в 1940 году в связи с кончиной академика Дмитрия Сергеевича Рождественского, автора ряда классических исследований в области физики и главы школы советских оптиков, Президиум Академии Наук СССР принял постановление об издании его трудов. «Собрание трудов» Д.С. Рождественского (в одном томе) было подготовлено к печати перед Великой Отечественной войной, однако война помешала своевременному выпуску этого издания. Работа была направлена в печать только в 1946 году через издательство СВА в Германии. Сейчас книга отпечатана, и сигнальный экземпляр поступил в Академию Наук СССР. Перед подписанием книги ее сигнальный экземпляр был направлен в

Министерство вооружения, которое сообщило, что книга не может быть допущена к открытому распространению, так как в последних разделах книги (от стр. 577 и до конца) упоминаются некоторые оптические заводы. Министерство рекомендовало изъять эти разделы из книги». В заключении к письму С.И. Вавилов пишет: «Так как все сведения, приводимые в книге Д.С. Рождественского, имеют 10–15-летнюю давность и в свое время уже публиковались в печати, Президиум Академии Наук просит Совет Министров СССР разрешить выпуск этой книги без изъятий и без грифа «секретно» с тем, чтобы весь тираж издания [3 тыс. экз.] поступил в распоряжение Президиума Академии Наук для распределения его учреждениям и лицам по специальному списку. Таким образом, книга в открытую продажу не поступит, а специалисты получают труды академика Д.С. Рождественского в полном объеме».

Вопрос издания однотомного «Собрания трудов» академика Д.С. Рождественского был вынесен на обсуждение Секретариата ЦК ВКП(б) в соответствии с резолюцией Г.М. Маленкова на докладной записке, направленной ему Агитпропом ЦК 26 августа 1949 года.

Ещё в одной докладной записке Агитпропа ЦК на имя Г.М. Маленкова от 19 октября 1949 г. повторялись возражения Отдела пропаганды и агитации ЦК ВКП(б) против предложения распространить «Собрание трудов» Д.С. Рождественского по особому списку. Например, потому, что это «не способствует популяризации отечественных работ в области физики». И вновь предлагалось выпустить в свет переработанное издание «Собрание трудов» Д.С. Рождественского, «устранив имеющиеся в нем недостатки», о чем, как свидетельствует пометка на документе, и было сообщено С.И. Вавилову.

Министерство вооружения СССР (зам. министра товарищ В.М. Рябинов) считает, что публиковать эти материалы в открытой печати нецелесообразно. Отдел машиностроения ЦК ВКП(б) считает, что возражение министерства вооруженных сил против выпуска «Собрания

трудов» без переработки является обоснованным. Отдел пропаганды и агитации ЦК ВКП(б) не считает возможным выпускать в свет в непереработанном виде однотомное «Собрание трудов» академика Д.С. Рождественского еще и по той причине, что в нем восхваляется реакционная теория наследственности американского ученого Моргана.

В книге содержатся и другие ошибочные положения, которые необходимо устранить. Заместитель уполномоченного Совета Министров СССР по охране военных и государственных тайн в печати т. П.А. Обухов считает, что «Собрание трудов» академика Д.С. Рождественского не может быть выпущено в свет, так как в нем имеются существенные недостатки, которые должны быть устранены при переработке. В связи с этим поддержать просьбу акад. Вавилова о выпуске без переработки «Собрания трудов» Д.С. Рождественского не представляется возможным.

Сколько сил и мужества понадобилось С.И. Вавилову, чтобы в 1949 году «Избранные труды» академика Д.С. Рождественского были опубликованы?! Судите сами.

Список использованных источников:

1. Царевский Е.Н. Общий очерк истории Государственного Оптического института. / В сб. статей «50 лет Государственного Оптического института им. С.И. Вавилова (1918–1968)». - Л.: Машиностроение, 1968. - 708 с.
2. Баумгарт К.К. Дмитрий Сергеевич Рождественский. / В сб. статей «50 лет Государственного Оптического института им. С.И. Вавилова (1918–1968)». - Л.: Машиностроение, 1968. - 708 с.
3. Рождественский Д.С. Чем овладел и что должен завоевать микроскоп (Очерки истории микроскопии). / В сб. статей «Творцы физической оптики. - М.: Наука, 1973. - 352 с.
4. Юдовина Т.С. Научная школа. Основоположники вычислительной оптики. Петербург–Ленинград. XX век. - С.Пб.: Университет ИТМО, 2016.- 264 с. – Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди». Выпуск 12.

АЛГОРИТМ В.В. БОБАШОВА
УПРАВЛЕНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ
ПРИТИРА ПО ПЛОЩАДИ

В.А. Зверев

Первого марта 2018 года Владимиру Васильевичу Бобашову исполнилось бы 80 лет. В преддверии знаменательной даты уместно вспомнить о талантливом руководителе отдела инженерных расчётов ЦКБ ЛОМО и осмыслить содержание результатов исследования, выполненного инженером В.В. Бобашовым в 1973–74 гг. Описание результатов его исследования выполним в варианте, близком к авторскому тексту [1].

Формообразование поверхности крупногабаритной детали осуществляется, как правило, методом проб и ошибок, успех применения которого определяется опытом и талантом мастера, носит случайный характер и далеко не всегда приводит к достижению требуемого результата. Поэтому потребность в инструменте сознательного управления процессом формообразования несферических поверхностей вполне очевидна.

В осенне-зимний период 1973–74 годов на завершающей стадии обработки поверхности шестиметрового зеркала телескопа БТА этой проблемой был озадачен талантливый инженер ЛОМО, выпускник политехнического института, Владимир Васильевич Бобашов. Ему удалось успешно решить поставленную задачу: режимы обработки на заключительной стадии формообразования поверхности шестиметрового зеркала определяли на основании рекомендаций, следующих из результатов расчёта в соответствии с алгоритмом, разработанным Владимиром Васильевичем.

В первых числах мая месяца обработка зеркала была завершена, и главное зеркало телескопа БТА было принято с оценкой «отлично» для установки в телескопе комиссией, которую возглавлял Президент АН СССР академик М.В. Келдыш.

Управление формообразованием несферических поверхностей крупногабаритных деталей остаётся актуальной проблемой и сегодня. Разработанный В.В. Бобашовым алгоритм в сочетании с системой непрерывного контроля формы поверхности может служить основой для разработки системы автоматизированного формирования несферических поверхностей крупногабаритных деталей.

Исследование возможности сознательного управления формообразованием несферических поверхностей при шлифовке и полировке затруднено из-за отсутствия аналитических связей между различными переменными факторами, влияющими на результат обработки. В соответствии с известной гипотезой Престона съём материала обрабатываемой детали определяется формулой

$$\Delta = Aps, \quad (1)$$

где Δ – толщина сошлифованного (сполированного) слоя; A – постоянный коэффициент, учитывающий влияние технологических факторов, например, твёрдости и величины зёрен абразива, состава смолы при полировке, твёрдости материала и т.п.; p – удельное давление в зоне обработки; s – путь, который проходит по инструменту элемент обрабатываемой поверхности за время шлифовки (полировки).

Величину s можно считать длиной дуги траектории точки, соответствующей каждому элементу детали, на поверхности инструмента, причём в зависимости от конфигурации последней и её размеров траектория будет представлять собой либо непрерывную кривую (при непрерывном соприкосновении поверхностей инструмента и детали), либо иметь разрывы на тех участках, где отсутствует воздействие инструмента на элемент обрабатываемой поверхности. Длина дуги траектории (или сумма длин дуг при наличии разрывов) за время обработки определяет длину пути как функцию точки обрабатываемой поверхности.

Формула (1) показывает, что этой же величиной определяется и съём материала Δ , если удельное давление в зоне контакта постоянно для всех

точек поверхности детали. Если распределение давления известно, то, как будет показано, его можно учесть. Вид траектории и её длина для каждой точки поверхности детали связаны также с кинематическими параметрами относительного движения детали и инструмента или, что то же, с параметрами станка, на котором производится обработка.

Цель настоящего исследования состоит в анализе этих связей и в получении количественных соотношений. Для вывода общих соотношений, определяющих траектории точек детали на поверхности инструмента, воспользуемся известной теорией плоского относительного движения [2]. Следует отметить, что применение теории плоского движения предполагает наличие малой кривизны обрабатываемой поверхности.

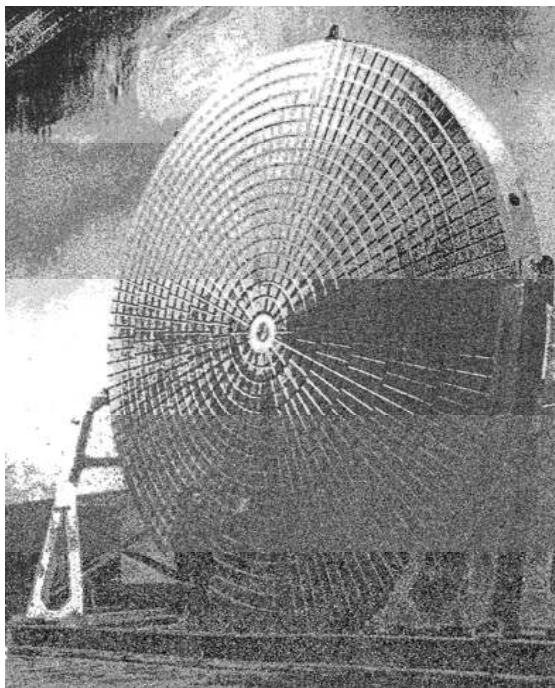


Рис.1. Шлифовальник (полировальник) для обработки поверхности 6-метрового зеркала телескопа БТА.

Диаметр главного зеркала телескопа БТА $D = 6050$ мм, а радиус кривизны в осевой точке отражающей поверхности параболоида $R = 48000$ мм. При этом стрелка прогиба параболоида не превышает величины $0,016D$. В рассматриваемом случае будем считать, что деталь закреплена на планшайбе станка, а центр инструмента скреплён с поводком. Вид шлифовальника (полировальника) показан на рис. 1.

Для последующего анализа удобно ввести три системы координат:

- ξ, η – система координат, неподвижная в пространстве;
- x', y' – система координат, жёстко связанная с обрабатываемой деталью;
- система координат x, y , определяющая положение любой точки детали, имеет общее начало с неподвижной системой координат и вращается относительно последней с постоянной угловой скоростью ω' (её положение относительно системы координат ξ, η определяется углом $\alpha = \omega' t$, где t – время обработки; x, y – система координат, жёстко связанная с инструментом);
- система координат x, y , определяющая координаты точек инструмента, вращается относительно детали с постоянной угловой скоростью ω (положение этой системы координат относительно детали определяется смещением начала координат в точку $O_u(x'_0, y'_0)$ и углом $\theta = \omega t$. Знаки угловых скоростей считаются положительными при вращении против часовой стрелки).

Возможное положение систем координат показано на рис. 2.

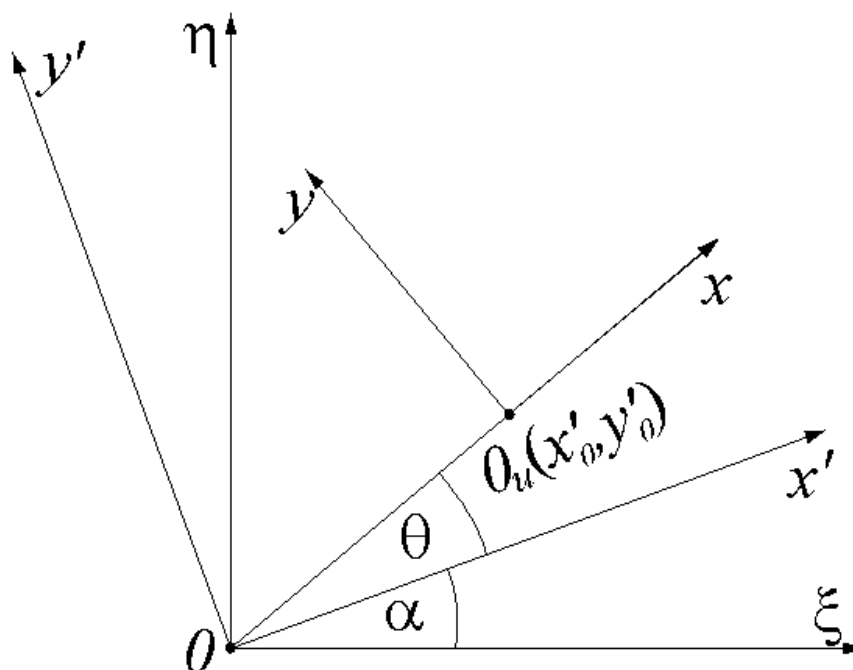


Рис. 2. Расположение принятых систем координат.

В соответствии с применяемой теорией плоского относительного движения можно написать следующие равенства:

$$\begin{aligned}x' &= x'_0 + x \cos \theta - y \sin \theta, \\y' &= y'_0 + x \sin \theta + y \cos \theta,\end{aligned}\quad \dots(2)$$

$$\begin{aligned}x'_0 &= \xi_u \cos \alpha + \eta_u \sin \alpha, \\y'_0 &= -\xi_u \sin \alpha + \eta_u \cos \alpha,\end{aligned}\quad \dots(3)$$

где ξ_u, η_u – координаты центра инструмента в неподвижной системе координат. Они являются функциями времени и определяют форму и размер “штриха” при обработке. Их можно записать в виде: $\xi_u = f_1(t)$, $\eta_u = f_2(t)$

или, учитывая, что $t = \frac{\alpha}{\omega}$,

$$\begin{aligned}\xi_u &= f_1(\alpha), \\\eta_u &= f_2(\alpha).\end{aligned}\quad \dots(4)$$

Функции f_1 и f_2 обусловлены кинематическими параметрами станка и в каждом частном случае могут быть определены аналитически. Подставляя (4) в (3), получаем траектории центра инструмента в системе координат, жёстко связанной с деталью:

$$\begin{aligned}x'_0 &= f_1(\alpha) \cos \alpha + f_2(\alpha) \sin \alpha, \\y'_0 &= -f_1(\alpha) \sin \alpha + f_2(\alpha) \cos \alpha.\end{aligned}\quad \dots(5)$$

Подставляя равенства (5) в (2) и решая полученные уравнения относительно x и y , получаем

$$\begin{aligned}x &= -f_1(\alpha) \cos(\alpha + \theta) - f_2(\alpha) \sin(\alpha + \theta) + x' \cos \theta + y' \sin \theta, \\y &= f_1(\alpha) \sin(\alpha + \theta) - f_2(\alpha) \cos(\alpha + \theta) - x' \sin \theta + y' \cos \theta.\end{aligned}\quad \dots(6)$$

Углы α и θ в этих уравнениях связаны соотношением

$$\theta = \omega t = \frac{\omega}{\omega'} \alpha, \quad \dots(7)$$

где знак при $\frac{\omega}{\omega'}$ зависит от направления относительного вращения детали и инструмента. Уравнения (6) с учётом соотношения (7) представляют собой общее выражение траектории любой точки, определяемой координатами

x', y' обрабатываемой детали на поверхности инструмента. Кривая траектории определяется выражением в параметрической форме, причём параметром служит угол α .

Не теряя общности уравнений (6), рассмотрим два возможных режима обработки, часто встречающихся на практике:

а) $\omega = 0$ – инструмент не вращается относительно обрабатываемой детали;

б) $\omega = -\omega'$ или $\theta = -\alpha$ – инструмент не вращается относительно неподвижной системы координат.

Первый вариант осуществляется либо при коротком «штрихе» и свободном вращении инструмента (относительно неподвижной системы координат), либо при «штрихе» произвольной формы и принудительном вращении инструмента вокруг шпинделя станка с угловой скоростью ω' . Для этого варианта из формул (6) и (7) получаем

$$\begin{aligned} x &= -f_1(\alpha)\cos\alpha - f_2(\alpha)\sin\alpha + x', \\ y &= f_1(\alpha)\sin\alpha - f_2(\alpha)\cos\alpha + y'. \end{aligned} \quad \dots(8)$$

Второй вариант соответствует случаю, когда инструмент удерживается от вращения при помощи специального приспособления. В этом случае положение точек обрабатываемой детали удобнее фиксировать в полярных координатах ρ и φ , связанных с координатами x', y' соотношениями:

$$\begin{aligned} x' &= \rho\cos\theta, \\ y' &= \rho\sin\theta. \end{aligned} \quad \dots(9)$$

Преобразуя уравнения (6) с учётом соотношений (7) и (9), получаем

$$\begin{aligned} x &= -f_1(\alpha) + \rho\cos(\alpha + \varphi), \\ y &= -f_2(\alpha) + \rho\sin(\alpha + \varphi). \end{aligned} \quad \dots(10)$$

Важно заметить, что $f_1(\alpha)$ и $f_2(\alpha)$ – ограниченные периодические функции, период которых зависит от параметров настройки станка и пропорционален величине $2\pi / \omega'$. Если коэффициент пропорциональности – число рациональное, то траектории точек, определяемые уравнениями (6), (8)

и (10), окажутся замкнутыми после некоторого числа оборотов детали. При иррациональной величине коэффициента пропорциональности траектории будут непрерывно смещаться в определённом направлении и никогда не замкнутся. Однако, и в этом случае без существенной погрешности можно считать кривые замкнутыми после некоторого числа оборотов детали.

Теперь нетрудно определить съём материала в различных точках, вычислив длину траектории в пределах изменения параметра α от 0 до $2\pi n$, где n – число оборотов детали, при котором кривая траектории становится замкнутой.

Длина дуги кривой, заданной параметрическим уравнением, определяется интегралом

$$s_0(\rho, \varphi) = \int_0^{2\pi n} \sqrt{\left(\frac{dx}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\alpha}\right)^2} d\alpha, \quad (11)$$

при этом $s_0(\rho, \varphi)$ – функция координат ρ и φ фиксированной точки детали. При заданном (или выбранном) значении радиуса ρ величина s_0 , а, следовательно, и съём материала Δ будут в общем случае функциями полярного угла φ . А это значит, что при длительной обработке детали в одном режиме станка на обрабатываемой поверхности появится астигматизм. Чтобы этого не случилось, необходимо периодически “сдвигать траекторию” путём изменения начальной установки взаимного расположения детали и инструмента. Тогда все точки поверхности детали, расположенные на расстоянии одного и того же радиуса, будут иметь одинаковый средний съём материала, определяемый выражением

$$\bar{s}_0(\rho) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} s_0(\rho, \varphi) d\varphi. \quad \dots(12)$$

Формулы (11) и (12) справедливы при соблюдении следующих двух условий:

- 1) размеры инструмента настолько велики, что ни одна точка поверхности детали за время обработки не выходит за его пределы;
- 2) обрабатываемая поверхность инструмента сплошная.

Следовательно, траектория движения любой точки поверхности детали целиком проходит по обрабатываемой поверхности инструмента. На практике чаще всего эти условия не соблюдаются. Поэтому формулы (11) и (12) требуют уточнения.

Умножим подынтегральное выражение в формуле (11) на некоторую функцию $F(r)$, где r – радиус поверхности инструмента, на расстоянии которого в данный момент проходит траектория рассматриваемой точки детали; $r = \sqrt{x^2 + y^2}$. Обозначив при этом криволинейный интеграл буквой s , получаем

$$s(\rho,) = \int_0^{2\pi} F(r(\alpha)) \sqrt{\left(\frac{dx}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\alpha}\right)^2} d\alpha \quad \dots(13)$$

Функция $F(r)$ в этом выражении представляет собой некоторый весовой коэффициент, на который следует умножить элемент дуги ds траектории в момент её прохождения на расстоянии радиуса r от центра поверхности инструмента. Легко видеть, что при использовании сплошного круглого полировальника с наружным радиусом R должны соблюдаться следующие очевидные условия:

$$\begin{aligned} F(r) &= 0 \text{ при } r > R, \\ F(r) &= 1 \text{ при } r \leq R. \end{aligned} \quad \dots(14)$$

Рассмотрим случай, когда поверхность инструмента задана в виде некоторой вырезанной «маски», например, как показано на рис. 3.

Как видно из рисунка, часть траектории точки детали попадает на вырезанные участки инструмента. При вычислении интеграла (13) значения $F[r(\alpha)]$ на этих участках должны быть приняты равными нулю, а при пересечении рабочей зоны «маски» значения $F[r(\alpha)]$ должны быть приняты равными единице: $F[r(\alpha)] = 1$.

Как уже отмечалось, для исключения астигматизма при обработке поверхности должен осуществляться непрерывный «сдвиг траектории» вокруг центра инструмента. При условии, что этот «сдвиг» происходит

равномерно, среднее значение весового коэффициента $F[r(\alpha)]$ будет равно отношению длины рабочей части инструмента на данном радиусе ко всей длине окружности (показана пунктиром на рис 3). Таким образом, и в этом случае инструмент можно рассматривать как сплошной, однако в отличие от условий (14) при $r \leq R$ весовой коэффициент будет заданной функцией радиуса инструмента.

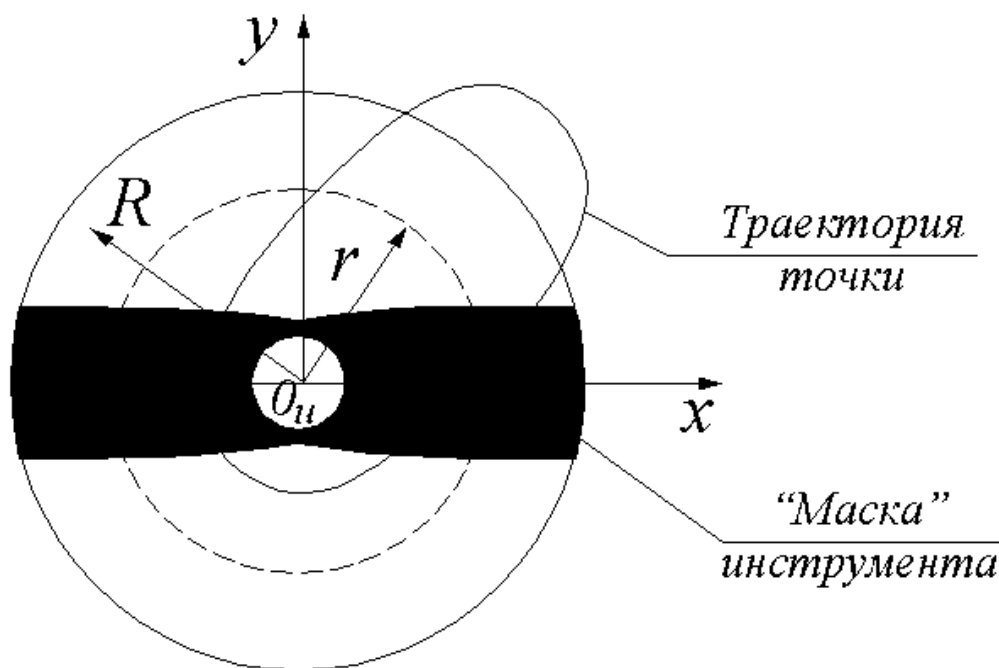


Рис. 3. Определение траектории перемещения точки обрабатываемой поверхности по поверхности инструмента

Следует заметить, что $F(r)$ может представлять собой не только функцию «маски», но и давления, если его распределение $p(r)$ известно, а также, то и другое. При этом $F(r)$ будет равна произведению двух функций: $F(r) = F_i(r)p(r)$, из которых первая определяет «маску», а вторая учитывает изменение давления в направлении радиуса инструмента. Криволинейный интеграл (13) с точностью до постоянного коэффициента определяет в общем виде съём материала в данной точке детали. Интегрируя функцию $s(\rho, \varphi)$ по φ , получим среднее значение съёма материала в зависимости от радиуса детали:

$$\bar{s}(\rho) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} s(\rho, \varphi) d\varphi. \quad \dots(15)$$

Функция «маски» представляет собой непрерывную кривую или кривую с конечным числом простых разрывов; f_1 и f_2 выражаются аналитически через параметры станка и их первоначальную установку. Интегралы (13) и (15) в большинстве случаев не выражаются через элементарные функции, но их всегда можно решить численным интегрированием.

Для иллюстрации применения изложенной теории рассмотрим два простейших примера.

Рассмотрим *случай соосного вращения детали и инструмента*.

В этом случае в формулах (6) и (7) следует положить $f_1(\alpha) = f_2(\alpha) = 0$, $\theta = -k\alpha$. Инструмент и деталь вращаются в противоположные стороны. При этом из указанных формул с учётом соотношений (9) получаем

$$x = \rho \cos(k\alpha + \varphi),$$

$$y = \rho \sin(k\alpha + \varphi);$$

$$r^2 = x^2 + y^2 = \rho^2 \text{ и не зависит от } \alpha \text{ и } \varphi.$$

Отсюда следует, что траектории точек детали представляют собой концентрические окружности, повторяющиеся с периодом $\alpha = \frac{2\pi}{k}$. При этом из выражений (13) и (15) находим

$$\bar{s}(\rho) = s(\rho, \varphi) = \int_0^{2\pi} F(\rho) k \rho d\alpha = 2\pi \rho F(\rho). \quad \dots(16)$$

Это равенство даёт возможность непосредственно определить функцию «маски» $F(\rho)$, если задано распределение съёма материала $\Delta(\rho)$. Действительно, из формул (1) и (16) получаем

$$\Delta(\rho) = Aps = A_1 p \rho F(\rho). \quad (17)$$

Отсюда находим

$$F(\rho) = \frac{\Delta(\rho)}{A_1 p \rho} \quad (18)$$

Это выражение с точностью до обозначений и постоянного коэффициента совпадает с данными расчёта, проведённого для указанного

случая в [3,4]. Формула (18) имеет особенно простой вид при постоянном съёме материала $\Delta(\rho) = const.$ и давлении $p(r) = const.$:

$$F = \frac{c}{\rho}, \quad \dots(19)$$

где $c = \frac{\Delta}{A_1 p}$. Конфигурация «маски», определяемой формулой (19),

представлена на рис. 3 (кроме центральной зоны).

Рассмотрим случай поступательного перемещения инструмента относительно детали.

В этом случае траектория движения точки детали определяется уравнениями (8). Будем считать, что центр инструмента совершает гармоническое движение по оси ξ (см. рис. 2) с амплитудой a и периодом, равным времени одного оборота детали. При этом $f_1(\alpha) = a \sin \alpha$, $f_2(\alpha) = 0$.

Тогда уравнения (8) принимают вид:

$$x = -a \sin \alpha \cos \alpha + x',$$

$$y = a \sin^2 \alpha + y'.$$

Перенеся x' и y' в левую часть уравнений, возведя оба уравнения в квадрат и сложив, получаем

$$(x - x')^2 + (y - y')^2 = a^2 \sin^2 \alpha = a(y - y').$$

Это равенство удобно преобразовать к виду:

$$(x - x')^2 + \left[y - \left(y' + \frac{1}{2} a \right) \right]^2 = \frac{1}{4} a^2 \quad (20)$$

Легко видеть, что траектории любой точки поверхности детали представляют собой окружности радиуса $\frac{1}{2} a$, центры которых определяются координатами x' , $y' + \frac{1}{2} a$.

Так как величина s для всех точек детали одинакова, то в рассматриваемом случае будет наблюдаться одинаковый съём материала со всей поверхности, если возьмём сплошной шлифовальник (полировальник),

размер которого больше размера детали на величину, равную половине длины «штриха».

Список использованных источников:

1. В.В. Бобашов. Влияние кинематики станка и конфигурации инструмента на формообразование несферических поверхностей в процессе шлифовки и полировки. / *Оптико-механическая промышленность*, 1976, № 1. - С. 17–19.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т. 1. - М.: Гостехиздат, 1954. - 380 с.
3. Голованова М.Н. и др. Способ изготовления асферических поверхностей с малыми отступлениями от сферы. / *Оптико-механическая промышленность*, 1968, № 4. - С. 40.
4. Лысянный Ю.К., Цеснек Л.С. Расчет контура рабочей поверхности инструмента «маски» для формообразования вогнутого параболоида вращения. / *Оптико-механическая промышленность*, 1973, № 7. - С. 51.

ЗАКОН ПРЕЛОМЛЕНИЯ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЮСТИРОВКИ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

А.М. Бурбаев, Т.В. Точилина

Известно [1], что первоначальный период развития оптической науки завершился трудами египетского астронома Птолемея. Клавдий Птолемей (90–160), создатель геоцентрической системы мира, своей громкой славой был обязан обширному астрономическому труду «Общий обзор», содержащему в тринадцати книгах все достижения древней астрономии. Переведённый с арабского языка, этот труд сохранил своё арабское название «Альмагест». В трактате «Оптика» («*Opticorum sermones quinque*») собраны все оптические знания, причём Птолемей дополняет их собственными исследованиями. Особое значение имеет измерение углов, образуемых падающим и преломлённым лучами света с перпендикуляром к поверхности на границе сред воздух – вода, воздух – стекло и вода – стекло.

Располагая известными экспериментально измеренными значениями углов падения и преломления лучей на поверхности различных сред, нидерландский профессор математики Виллеброрд Снеллий (латинизир. Snellius – Снеллиус) (1591–1626) обнаружил, что в одних и тех же средах отношение косекансов углов падения и преломления остаётся постоянным [2], о чём и докладывал на лекциях в Лейдене. Х. Гюйгенс упоминает о трактате Снеллиуса в своей «Диоптрике». Из отзыва Гюйгенса следует, что Снеллиус выражает закон преломления совершенно правильно с фактической стороны, но в несколько неудобной форме, т.е. в такой форме, при которой неясно, где и как его можно применить. Вполне вероятно, что это понимал и сам В. Снеллиус и именно по этой причине не опубликовал своего открытия. При этом справедливо считать, что В. Снеллиус открыл важное, но только свойство, закона преломления.

Честь открытия закона преломления в современной форме принадлежит выдающемуся французскому учёному Рене Декарту (1596–1650). Декарт пришёл к формулировке закона преломления теоретически – на

основе предположения о различии скорости света в разных средах. При этом истинным открытием Декарта было разложение скорости света на горизонтальную и вертикальную составляющие [3]. Известно, что показатель преломления среды равен отношению скорости света в воздухе к скорости света в среде. Вид закона преломления, полученный Декартом, вполне отображал физику явления, что определило возможность его применения. Декарт дал жизнь многочисленным следствиям этого закона.

Пусть A – орт падающего луча; A' – орт преломлённого луча; N – орт нормали в точке падения луча; n и n' – показатели преломления сред. При этом из соотношений, определяющих свойства электромагнитного поля, находим выражение закона преломления в векторной форме [4]:

$$n(N \times A) = n'(N \times A') \quad \dots(1)$$

Из выражения (1) следует, что луч падающий, нормаль к поверхности раздела сред в точке падения луча и луч преломлённый лежат в одной плоскости; при этом

$$n \sin \varepsilon = n' \sin \varepsilon' , \quad \dots(2)$$

где ε и ε' – углы, образованные падающим и преломлённым лучами с нормалью к поверхности раздела двух сред в точке падения, т.е. с нормалью N , как показано на рис.1. Эти два положения, выражаемые формулами (1) и (2), определяют закон преломления Декарта.

Представим выражение (1) в виде:

$$N \times (n' A' - n A) = 0 \quad \dots(3)$$

Отсюда следует, что тангенциальная составляющая лучевого вектора непрерывна при переходе через поверхность раздела двух сред или, что то же самое, вектор $\tilde{N} = n' A' - n A$ перпендикулярен к этой поверхности в точке падения луча, при этом $\tilde{N} = \mu \cdot N$, где μ – скалярный множитель, называемый астигматической постоянной или постоянной отклонения.

Обратимся вновь к выражению (3) и покажем применение его для построения хода преломлённого луча. Умножив это выражение на некоторый масштабный множитель M , получаем

$$(Mn'A' - MnA) \times N = 0 \quad \dots(4)$$

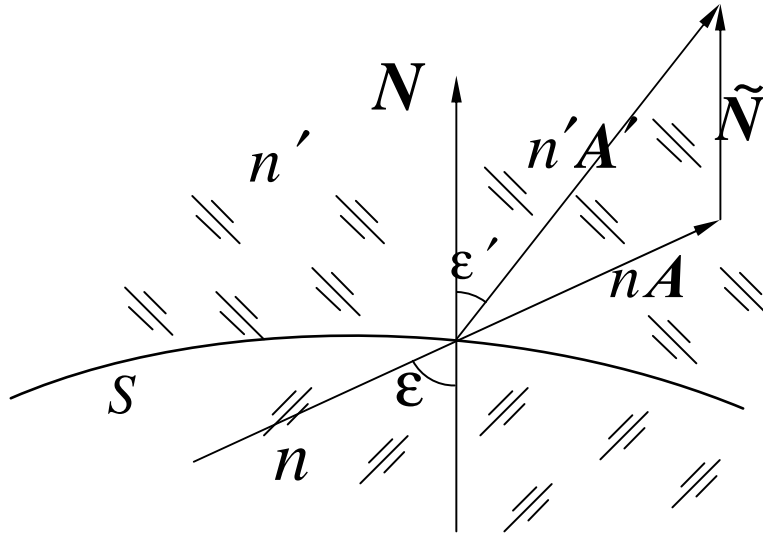


Рис.1. Преломление луча на поверхности раздела двух сред

Пусть на преломляющую поверхность произвольной формы в точку Q падает луч, направление которого определяется ортом A , как показано на рис.2. Отложим от точки Q в направлении орта A отрезок QA_1 , равный nM единиц линейной меры (например, $100n$ мм). Из точки A_1 в направлении орта N проведём линию. На этой линии определим положение точки A_2 , удалённой от точки Q на расстояние $QA_2 = n'M$ тех же единиц линейной меры, например, с помощью циркуля. Через точки Q и A_2 проведём линию, направление которой определим ортом A' . Поскольку построения на рис.2 выполнены в соответствии с формулой (4), орт A' определяет направление хода преломлённого луча.

С другой стороны, из выражения (3) следует, что

$$n'A' = nA + \mu N \quad (5)$$

Эта формула является основной в методе расчёта хода луча через систему сферических, а также несферических поверхностей, предложенном Иваном Васильевичем Лебедевым в 1938 году [(журнал №Оптико-механическая промышленность», 1938, №7)]. Умножив скалярно обе части выражения (5) на вектор N , получаем

$$\mu = n' \cos \varepsilon' - n \cos \varepsilon \quad \dots(6)$$

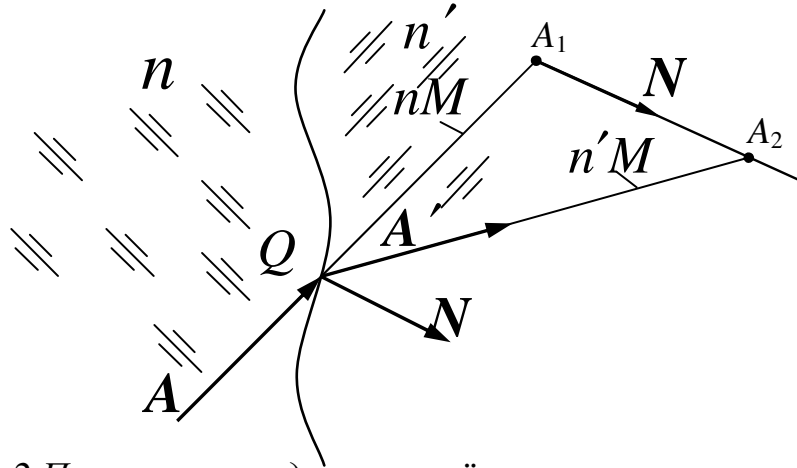


Рис.2. Построение хода преломлённого луча на поверхности раздела двух сред

Используя закон преломления в форме (2), выражение (6) легко преобразовать к виду:

$$\mu = \sqrt{n'^2 - n^2 + (n\mathbf{N} \cdot \mathbf{A})^2} - n\mathbf{N} \cdot \mathbf{A} \quad \dots(7)$$

Для луча, отражённого поверхностью, имеем: $n' = n$, а $\varepsilon' = \pi - \varepsilon$. При этом $\mu = -2n \cos \varepsilon = -2n\mathbf{N} \cdot \mathbf{A}$.

Подставив это соотношение в выражение (5), при $n' = n$ получаем

$$\mathbf{A}' = \mathbf{A} - 2\mathbf{N}(\mathbf{N} \cdot \mathbf{A}) \quad \dots(8)$$

Формула (8) является одной из основных, применяемых при решении задач юстировки зеркальных и зеркально-призмных систем (ЗПС).

Выразим орты $\mathbf{A}$, $\mathbf{N}$ и $\mathbf{A}'$ через их проекции на оси декартовых координат:

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k},$$

$$\mathbf{N} = N_x \mathbf{i} + N_y \mathbf{j} + N_z \mathbf{k},$$

$$\mathbf{A}' = A'_x \mathbf{i} + A'_y \mathbf{j} + A'_z \mathbf{k}$$

Подставив эти выражения в формулу (8), преобразуем её к виду:

$$\begin{pmatrix} A'_x \\ A'_y \\ A'_z \end{pmatrix} = m' \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ A_z \end{pmatrix}, \quad \dots(9)$$

где матрица m' имеет вид:

$$m' = \begin{pmatrix} 1-2N_x^2 & -2N_xN_y & -2N_xN_z \\ -2N_xN_y & 1-2N_y^2 & -2N_yN_z \\ -2N_xN_z & -2N_yN_z & 1-2N_z^2 \end{pmatrix} \quad \dots(10)$$

При последовательном отражении луча от k плоских зеркал с матрицами действия $m'_1, m'_2, \dots, m'_k$ для матрицы действия зеркальной системы можно написать выражение вида:

$$m^k = m'_k \dots m'_2 m'_1 \quad \dots(11)$$

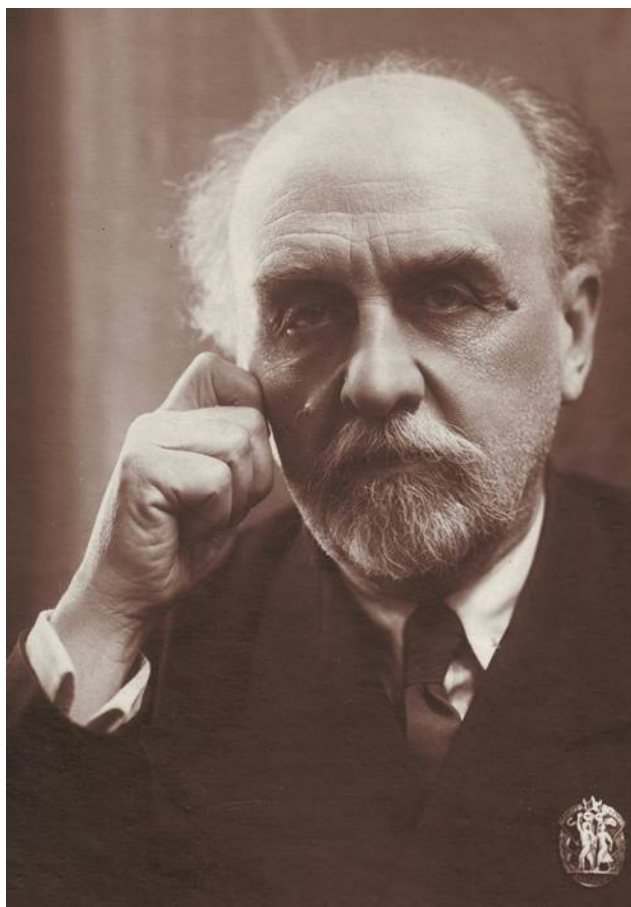
В 1908 году оптический отдел Обуховского завода получил от военного министерства первый крупный заказ на 2000 полевых панорам типа панорам Герца – приборов, которые по сложности и точности изготовления превосходили всё, до того времени изготавливавшееся в мастерских. Необходимо заметить, что к тому времени такие приборы производились монопольно только заводом Герц в Германии. Первые партии полевых панорам были изготовлены оптическим отделом в 1911 году. На базе мастерской разрабатывались первые оптические дальномеры.

Потребность в качественном изготовлении панорамических приборов естественным образом определила проблемы, обусловленные, прежде всего, недостатком работ, в которых бы полно и подробно излагались вопросы расчёта допустимых погрешностей изготовления и юстировки зеркально-призменных систем в виде, удобном для инженеров-оптиков.

Во всякую панорамическую систему, как известно, входят, по крайней мере, два вращающихся элемента: головная призма, служащая для обзора местности в горизонтальной и вертикальной плоскостях, и компенсационная призма, предназначенная для выравнивания изображения в поле зрения прибора. При юстировке угломерных приборов (перископических, панорамических и др.) устраняются так называемые уводы (отклонения) визирной оси от вертикали и горизонта, а также ошибки отсчётов, т.е. ошибки измерения горизонтальных и вертикальных углов. При этом представляется естественным для исследования влияния погрешностей изготовления деталей и юстировки подобных приборов применить

математический аппарат сферической тригонометрии [5]. Примером успешного применения сферической тригонометрии для исследования достаточно сложных оптических систем, состоящих из зеркально-призмennых и линзовых элементов, можно назвать исследования, выполненные главным инженером конструкторского отдела (ОКБ) завода “Прогресс” Георгием Евгеньевичем Скворцовым [6]. Подобная задача путём применения сферической тригонометрии решена в работе [7].

В 30-е годы прошлого века член-корреспондент АН СССР Александр Илларионович Тудоровский [8] исследовал влияние ошибок изготовления отражательных призм на ход лучей в них [9, 10]; он впервые привёл законы отражения и преломления света в векторной форме и показал применение векторной алгебры для анализа свойств зеркальных, зеркально-призмennых и призмennых систем [11]. Однако при краткой записи применение метода векторной алгебры требует большого объёма вычислений.



Профессор А.И. Тудоровский

Впервые в отечественной оптотехнике векторно-матричный метод расчёта пространственных ЗПС применил И.В. Лебедев. В 1951 году он защитил кандидатскую диссертацию «О влиянии установки отражательных призм и систем плоских зеркал на смещение и поворот изображения в оптических приборах». С 1954 по 1961 год И.В. Лебедев работал заведующим лаборатории оптотехники в Институте физики и математики АН БССР, где в 1956 году написал, пожалуй, свой главный научный труд «О некоторых свойствах систем плоских зеркал». Он доказал, что любая ЗПС имеет хотя бы одно основное неизменное направление, поворот вокруг которого инвариантен. По И.В. Лебедеву орт *и* основного неизменного направления находится из условия [12]

$$u(\lambda E - m^k) = 0, \quad \dots(12)$$

где λ – переменный по величине скалярный множитель, E – единичная матрица, m^k – матрица действия любой системы плоских зеркал, а k – число отражений в системе плоских зеркал. Это уравнение получено из условия задачи, сформулированной И.В. Лебедевым следующим образом: *«имеется ли в системе плоских зеркал с матрицей действия m^k такое направление падающего луча, которое сохраняется неизменным и после отражения этого луча в данной системе или же оно изменяется на прямо противоположное?»*

При описании свойств зеркально-призменных систем авторы, как правило, предпринимали попытку их систематизации и классификации. Однако научно обоснованную классификацию ЗПС впервые предложил И.В. Лебедев. В основу своей классификации ЗПС он положил их оптическое действие, характеризуемое тремя параметрами [13]:

- чётностью или нечётностью числа отражений лучей в системе, в результате чего в первом случае получается конгруэнтное, а во втором случае – зеркальное изображение;
- величиной и знаком угла поворота изображения вокруг так называемого основного неизменного направления системы;

– величиной и направлением вектора постоянного смещения или сдвига изображения.

В соответствии с наличием или отсутствием в системе так называемых неизменных точек все зеркально-призменные системы И.В. Лебедев разделил на три типа и восемь классов. Неизменной точкой называется такая, которая рассматриваемой системой изображается сама в себя. Такая классификация имеет большое научно-практическое значение не только для анализа существующих систем и особенностей их юстировки, но и для синтеза новых систем.

Для решения юстировочных задач более удобной оказалась классификация ЗПС, предложенная профессором Г.В. Погаревым в его докторской диссертации «Исследование методов решения оптических юстировочных задач», защищённой в 1966 году. В соответствии с этой классификацией все ЗПС разделены на три типа (по числу отражений) или на 7 классов.



Профессор Г.В. Погарев

В основу классификации Г.В. Погарева положено наличие у ЗПС таких основных неизменных направлений (ОНН), вращение вокруг которых или смещение вдоль которых инвариантны, т.е. не влияют ни на положение, ни на ориентировку изображения и поэтому не вызывают в поле зрения оптической системы ни поворота изображения, ни его поперечного сдвига, ни расфокусировки. Основные неизменные направления или точки являются их основными базами, которые вполне определяют положение зеркальных систем по отношению к другим функционально связанным с ними схемным оптическим элементам или юстировочным базам оптической и механической систем прибора в целом. Зная положение этих баз, легко выявить все действенные подвижки зеркальных систем и найти коэффициенты влияния каждой юстировочной подвижки на ход лучей, положение и ориентировку изображения.

Классификация ЗПС, предложенная Г.В. Погаревым, дала начало развитию такого метода анализа и исследования, как приведение сложных ЗПС к их простейшим эквивалентам, что значительно упростило процедуру расчёта, анализа и юстировки сложных ЗПС, в том числе подвижных [12-14].

Вполне можно считать, что профессор Г.В. Погарев успешно решил задачу разработки теоретических основ юстировки оптических систем и типовых оптических приборов.

Список использованных источников:

1. Зверев В.А., Латыев С.М., Тимощук И.Н. История и методология науки и производства в оплотехнике. Опорный конспект лекций. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 96 с.
2. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Беседы о преломлении света. / Под ред. В.А. Фабриканта. - М.: Наука, 1982. -176 с. – (Библиотека «Квант». Выпуск 18).
3. Марио Льюцци. История физики. - М.: Мир, 1970. - 464 с.

4. Зверев В.А., Точилина Т.В. Основы оплотехники. Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005. - 293 с.
5. Захарьевский А.Н. Конспект сферической тригонометрии (с примерами из оплотехники). - Л.: ЛИТМО, 1948. - 44 с.
6. Скворцов Г.Е. О влиянии некоторых ошибок юстировки панорамических систем на точность измерения углов. // Сб. статей Расчёт и исследование в оптическом приборостроении. – Вып. 19.- Л.: ЛГУ. 1956. - 132 с.
7. Погарев Г.В. К вопросу о юстировке угломерных приборов с качающимся угловым зеркалом. // Сб. статей Расчёт и исследование в оптическом приборостроении. – Вып 19 - Л.: ЛГУ.. – 1956. - 132 с.
8. Юдовина Т.С. Научная школа. Основоположники вычислительной оптики. Петербург–Ленинград. XX век. – С.Пб.: Университет ИТМО, 2016. - 264 с. Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди» Выпуск 12.
9. Тудоровский А.И. Влияние ошибок изготовления отражательных призм на ход лучей в них. / *Журнал технической физики*, т. IV, 1934. С. 719 - 747.
10. Тудоровский А.И. Отражательные системы с тремя взаимно перпендикулярными плоскостями в случае небольших отклонений углов от прямого. Труды ГОИ, т. XV. Вып. 112–120, 1941. - С. 137 – 147.
11. Тудоровский А.И. Теория оптических приборов. I. Общая часть. М.–Л.: Наука, 1948. - 661 с.
12. Погарев Г.В., Киселёв Н.Г. Оптические юстировочные задачи: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1989. – 260 с.
13. Погарев Г.В. Юстировка оптических приборов. - Л.: Машиностроение, 1982. - 237 с.
14. Погарев Г.В., Бурбаев А.М., Кручинина Н.И. Методика нахождения эквивалентов зеркально-призменных систем. - Л.: ЛИТМО, 1983. - 46 с.

БАЗОВАЯ КАФЕДРА ВУЗА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В.А. Зверев

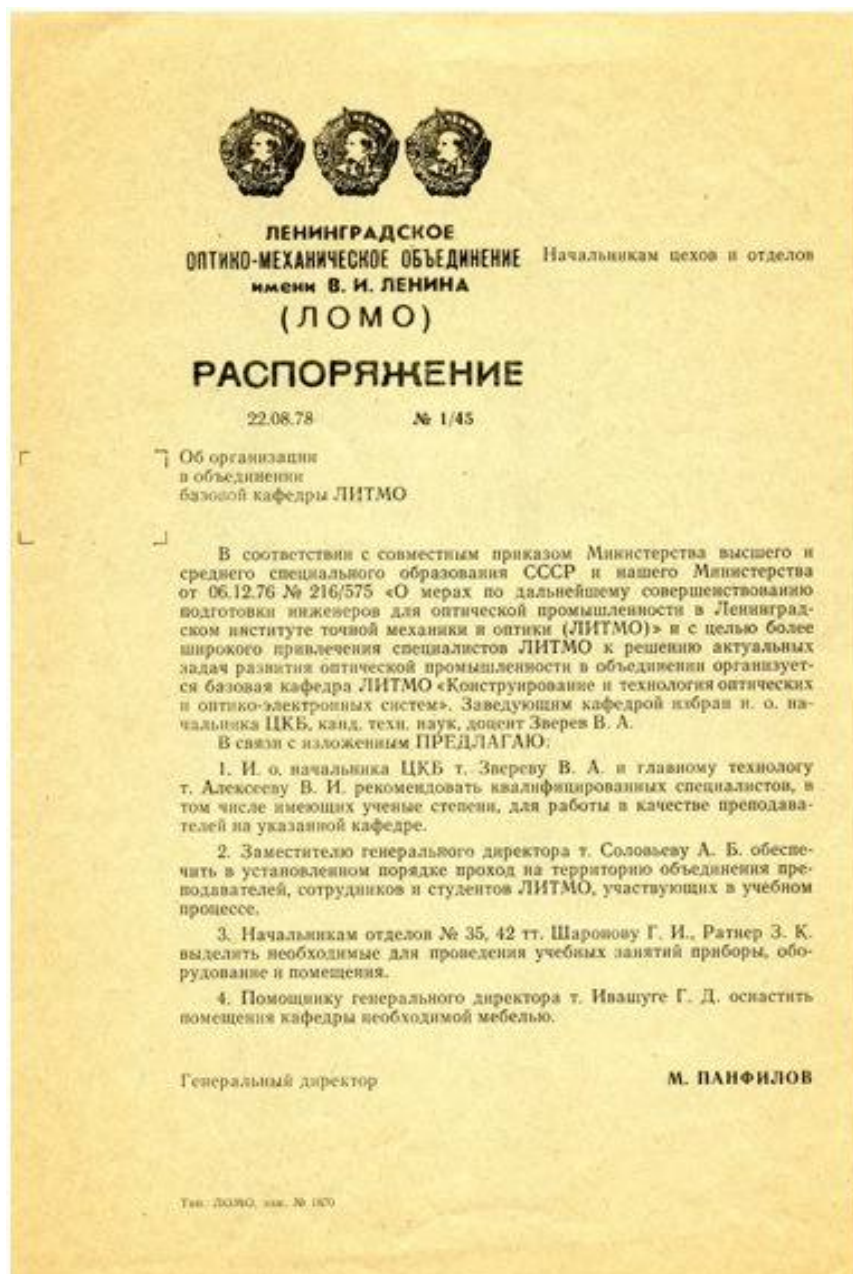
В соответствии с совместным приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР и Министерства оборонной промышленности от 06.12.76 №216/575 «О мерах по дальнейшему совершенствованию подготовки инженеров для оптической промышленности в Ленинградском институте точной механики и оптики (ЛИТМО)» и с целью более широкого привлечения специалистов ЛИТМО к решению актуальных задач развития оптической промышленности в объединении организуется базовая кафедра ЛИТМО «Конструирование и технология оптических и оптико-электронных систем».

22 августа 1978 года генеральный директор ЛОМО М.П. Панфилов подписал распоряжение № 1/45 «Об организации в объединении базовой кафедры ЛИТМО», в котором указано, что заведующим кафедрой избран и. о. начальника ЦКБ, канд. техн. наук, доцент Зверев В. А. (см. Приложение). Вполне естественно, что избрание меня заведующим базовой кафедрой было согласовано с М.П. Панфиловым. Название кафедры предложил проректор ЛИТМО по учебной работе доктор техн. наук, профессор Л.Ф. Порфирьев.

С 1970 года работу в ЛОМО я совмещал с преподавательской работой в ЛИТМО в должности доцента. Поэтому предложение заведовать базовой кафедрой не было для меня неожиданным. Однако никто не брал на себя ответственности определить, что должна представлять собой базовая кафедра. Известный в городе опыт организации базовых кафедр ЛЭТИ сводился к тому, что студентов распределяли по подразделениям предприятия и прикрепляли к конкретным сотрудникам, под руководством которых они, видимо, и должны были проходить обучение на кафедре.

Мой опыт работы на кафедре ещё в студенческие годы, опыт преподавательской работы и работы в качестве члена ГЭКа подсказывали, что кафедра, даже будучи базовой, должна оставаться кафедрой с соответствующей типовой организацией занятий, о чём я доложил

потенциальному составу преподавателей.



В результате обсуждения такой подход к организации кафедры был одобрен. При этом было решено, что лекционные занятия должны проводить преподаватели из числа ведущих специалистов Объединения; лабораторные занятия должны проводиться на лабораторной базе приборных лабораторий: микроскопов, спектральных приборов, контрольно-измерительных приборов, астрономических приборов и т.д. Занятия должны проводить преподаватели из числа сотрудников лабораторий. Практические работы должны выполняться студентами по заданию и под руководством ведущих конструкторов и технологов Объединения. Учебный план обучения на

базовой кафедре должен строиться на основе общей базовой подготовки в вузе. Таким образом, занятия на базовой кафедре должны начинаться и полностью проводиться со второго семестра четвёртого курса.

Работа любой кафедры невозможна без организационно-методического обеспечения. Эту работу взял на себя и успешно выполнил закреплённый за кафедрой представитель ЛИТМО доцент кафедры специальных оптических приборов к.т.н. Иван Степанович Дедык.

Вполне очевидно, что организация базовой кафедры целесообразна, если научно-технический уровень разработок и производства современных приборов и комплексов на предприятии достаточно высок. Специалисты ЛОМО успешно решали задачи разработки и производства приборов не только традиционно профильных направлений оптического приборостроения, но и востребованных временем новых направлений. К числу последних можно отнести разработку и изготовление по техническим заданиям академиков А.М. Прохорова, Н.Г. Басова и Ю.Б. Харитона усилителей мощности лазерного излучения, разработку, изготовление и монтаж наукоёмкого имитатора Солнца для испытания объектов космического базирования, разработку конструкции и технологии изготовления и сборки медицинских эндоскопов (гастроскопов, гастродуоденоскопов, бронхоскопов и колоноскопов), разработку и изготовление космического телескопа, контрольно-поверочного и испытательного оборудования к нему, новых образцов военной техники и т.п. Проверкой на научную и техническую зрелость явилась разработка и организация серийного производства оптических комплексов телевизионных вещательных и репортажных камер, оснащённых объективами переменного фокусного расстояния большой кратности изменения.

Во время организации базовой кафедры Объединение вполне располагало необходимым резервом квалифицированных специалистов. Только в ЦКБ ЛОМО работало более пятидесяти кандидатов наук. На базовой кафедре начинали свою преподавательскую работу д.т.н., профессор

М.Н. Сокольский, д.т.н. Т.А. Иванова, д.т.н. Ш.А. Фурман, к.т.н. Р.М. Рагузин, один из наиболее опытных конструкторов микроскопов, и др.

И.С. Дедыку удалось увязать работу кафедры с отделом технического обучения Объединения, что позволило кафедре иметь необходимые учебные аудитории и организовать лабораторию специальных оптических измерений, которую возглавил к.т.н. В.К. Кирилловский (в настоящее время д.т.н., профессор кафедры ПиКО СПб ГИТМО).

Эффективность работы базовой кафедры при такой её организации не замедлила сказаться на результатах уже первого выпуска инженеров. В результате обсуждения работы кафедры за первый учебный год на выездном заседании ректората кафедра получила статус выпускающей.

При выбранной форме и организации обучения выпускники кафедры получали профессиональную теоретическую и практическую подготовку достаточно высокого уровня и практические навыки в выполнении инженерной работы.

ЦКБ ЛОМО состояло из специализированных конструкторских бюро (СКБ) по направлениям приборостроения. В каждом СКБ был конструкторский отдел и приборные исследовательские лаборатории.

Довольно скоро руководители приборных подразделений ЦКБ (начальники СКБ) осознали, что выпускники базовой кафедры обладают практическим опытом работы в проектной организации и готовы сразу же приступить к выполнению инженерных функций без обычно принятого периода адаптации. Становился острым спрос на выпускников кафедры внутри подразделений ЛОМО. В этой ситуации соответствующими привилегиями пользовались подразделения, которые предлагали разработанные учебные лабораторные работы, их описания и инструкции по их выполнению, задания на курсовые и дипломные работы.

Это способствовало расширению и развитию материальной и методической базы кафедры.

Опыт организации и работы базовой кафедры ЛИТМО в ЛОМО

позволяет сделать вывод о перспективности подобной формы подготовки инженерных и научных кадров в будущем. Однако, следует заметить, что эффективность работы кафедры определяется профессиональным уровнем сотрудников предприятия, уровнем технической культуры производства на предприятии, на котором предполагается организация базовой кафедры.

Кафедра – XXI века

Основная задача базовой кафедры - подготовка высококвалифицированных специалистов оптотехников-конструкторов, расчётчиков, адаптированных к современным проблемам оптического приборостроения. Кафедра придаёт первостепенное значение сочетанию фундаментального университетского образования и специализации по разрабатываемой ОАО «ЛОМО» проблематике - микроскопия, медицинские приборы, техника ночного видения, лазерная техника и др.

Базовая кафедра основное внимание уделяет организации целевой подготовки студентов университета, направленной на повышение профессионального уровня выпускников университета в соответствии с конкретными требованиями, отражающими современные тенденции развития оптического приборостроения.

На кафедре работает аспирантура, которая дает возможность молодым специалистам повышать свое профессиональное образование на более высоком уровне, участвуя при этом в решении производственных проблем.

Обучение студентов проводится на современном оборудовании лабораторий, непосредственно на рабочих местах конструкторов. Студенты используют вычислительную технику, стендовое оборудование отделов, а также фонд технической библиотеки предприятия. Тематика курсовых и дипломных проектов соответствует направлениям научной и производственной деятельности

Все дисциплины специализации базируются на богатом научно-техническом и производственном потенциале ОАО «ЛОМО», имеющем

государственное признание - Ленинская премия, государственные премии СССР, премия России.

Такая практика преподавания показала, что студенты – выпускники базовой кафедры обладают повышенной практической и теоретической подготовкой и приступают к работе без периода адаптации.

Привлечение к руководству кафедрой ведущих специалистов ОАО «ЛОМО» и руководителей производства даёт возможность оптимально координировать программу учебного процесса с потребностями производства. По окончании базовой кафедры выпускникам гарантируется рабочее место на предприятии.

Руководители и преподавательский состав

Сотрудниками кафедры являлись и являются ведущие специалисты предприятия: начальник отдела оптотехники профессор, доктор технических наук М.Н.Сокольский, ведущие специалисты предприятия доценты: Л.И.Крынин, В.П.Трегуб, С.Н.Натаровский, И.А. Лапшина, Я.В. Рудин. Сотрудники кафедры, кроме высокого профессионального уровня подготовки обладают большим опытом педагогической работы.

Осенью 2008 года кафедра была реорганизована и получила название кафедра **Оптико-цифровых систем и комплексов**. Заведующий кафедрой - доктор технических наук, профессор А.В. Демин.



Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Демин Анатолий Владимирович

В сентябре 2012 года кафедра была переименована и получила название кафедры **Оптико-цифровых систем и технологии**.

Основные принципы формирования учебного процесса

Главным принципом формирования учебного процесса кафедры является обеспечение подготовки кадров по приоритетным направлениям оптического приборостроения, развиваемым на предприятии, к числу которых относятся:

- микроскопия;
- медицинская техника;
- оптико-электронные приборы наблюдения и управления в интересах ВМФ, сухопутных войск.

Обучение на базовой кафедре, расположенной на территории ОАО "ЛОМО", начинается с V курса, после изучения естественнонаучных, общетехнических и специальных дисциплин в университете. Студенты V курса изучают на кафедре дисциплины специализации и выполняют учебную проектно-конструкторскую работу, которая рассчитана на 1,5 учебных года и включает в себя два курсовых проекта, преддипломную практику и дипломное проектирование. Учебная проектно-конструкторская работа выполняется исключительно по тематике НИОКР ОАО «ЛОМО».

Кафедра успешно сочетает теоретическую подготовку студентов с практическим углублённым изучением методов современного конструирования оптических приборов, в том числе с использованием средств вычислительной техники, вопросов системы обеспечения качества в процессе проектирования и производства приборов.

Основные дисциплины специализации

- «Теоретические основы обеспечения качества оптических приборов». Автор: проф. М.Н. Сокольский;
- «Системное и автоматизированное проектирование оптических приборов». Автор: доцент Р.М. Рагузин;
- «Методы проектирования сложных оптико-электронных систем и комплексов». Автор: доцент С.Н. Натаровский;

- «Проектирование объективов, технология их изготовления и аттестации». Автор: доцент Л.И.Крынин;

- «Оптические методы и приборы для измерений длин и углов».

Автор: доцент В.П. Трегуб.

На кафедре подготовлено и издано более 20 учебных пособий. В последние годы изданы учебные пособия: «Принципы проектирования оптических приборов, часть II», Р.М. Рагузина и «Основы проектирования конструкций объективов», Л.И. Крынина; программа и методические указания «Производственная практика студентов» И.А. Лапшиной.

Потенциал кафедры

На кафедре работает 11 преподавателей. Все сотрудники кафедры ведут научные исследования по тематике, соответствующей специальности «Оптико-электронные приборы и системы». Высокий научно-технический уровень НИР и ОКР подтверждён авторскими свидетельствами, статьями, выступлениями на конференциях.

Под научным руководством сотрудников кафедры разработаны такие уникальные системы, как 6-метровый телескоп БТА (Ленинская премия), космический оптико-электронный телескоп, сканер избирательных бюллетеней (премия Правительства Российской Федерации), решены опtotехнические проблемы всех разработанных на фирме приборов и комплексов.

За период работы кафедры сотрудниками опубликовано более 350 научных трудов, получено более 150 авторских свидетельств и патентов. За последние пять лет опубликовано 10 научных трудов и получено более 20 авторских свидетельств.

Основные научные направления и достижения

К основным научным направлениям деятельности кафедры относятся следующие:

«Системное проектирование оптических приборов и комплексов».

Руководитель – заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор

технических наук, профессор Утенков Борис Иванович, начальник ЦКБ (1987 – 1998 гг.) Высоквалифицированный оптик, руководитель ряда перспективных направлений оптико-электронного приборостроения. Автор более 100 научных трудов, в том числе 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения в области оптики и оплотехники. Известен работами по тепловидению, гидрооптике, лазерной дальнометрии.

«Проблемы качества оптического изображения, расчёта, изготовления и контроля оптических элементов». Руководитель - доктор технических наук, профессор Сокольский Михаил Наумович, начальник отдела оплотехники ОАО «ЛОМО». Высоквалифицированный специалист в области разработки и расчёта оптических систем и оплотехники, автор более 130 научных трудов, включая более 60 авторских свидетельств на изобретения. Автор монографии «Допуски и качество оптического изображения». Им непосредственно и под его руководством разработаны и внедрены в производство оптические системы спектральных, астрономических приборов, приборов специального назначения, гаммы объективов различного назначения, приборов ночного видения и многих других. Участвовал в создании крупнейшего в мире телескопа БТА, космических телескопов.

«Методы проектирования сложных оптико-электронных систем». Руководитель - доктор технических наук, доцент Натаровский Сергей Николаевич, главный специалист по микроскопии. Под его руководством и при непосредственном участии разработано более 60 световых микроскопов. Многие из них отмечены Grand Prix и золотыми медалями на Всемирных и Международных выставках и ярмарках. Имеет около 100 научных публикаций и изобретений, автор более 10 учебных пособий.

Студенты и аспиранты кафедры принимают участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, проводимых ОАО «ЛОМО» и Университета ИТМО.



Телескопический визир для рыболовецкого траулера. Разрабатывался и изготавливался по заказу Министерства рыбного хозяйства.



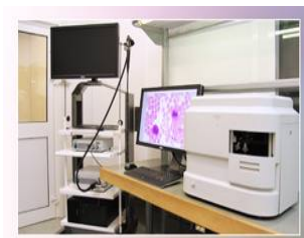
Бинокль со встроенной системой стабилизацией изображения спроектированный и изготовленный по заказу ОАО «ЛОМО»



Астрономический телескоп



Бинокль со встроенной системой стабилизацией изображения спроектированный и изготовленный по заказу ОАО «ЛОМО»



КОЦДТ – телевизионный оптико-цифровой комплекс медицинской диагностики. Новейшая разработка ОАО «ЛОМО» и НИУ ИТМО при участии студентов кафедры на этапе рабочего проектирования.

Научно-производственная база кафедры

Преподавательская и научная работа кафедры базируется в оснащенных рабочих местах предприятия. Лабораторные работы и ряд практических занятий проводятся в лабораториях и цехах. Курсовое и дипломное проектирование организуется подразделениями ЦКБ на оснащённых рабочих местах, на приборах и оборудовании, предоставляемых кафедре. Лаборатории оснащены современным оптическим оборудованием, вычислительной техникой, компьютеризированные рабочие места доступны студентам. Студенты пользуются технической библиотекой предприятия.

Выпуск студентов

Кафедра за 30 лет работы подготовила более 400 молодых специалистов для оптической промышленности. Кроме того, ежегодно более 150 студентов университета знакомятся с производственной базой предприятия, выполняя программу производственной практики, учебно-исследовательские работы, курсовое и дипломное проектирование в конструкторских бюро и лабораториях ОАО «ЛОМО».

Многие выпускники кафедры успешно трудятся на предприятии. В настоящее время ряд из них занимает должности руководителей предприятия, конструкторских бюро, лабораторий.

Кафедра ведет образовательную деятельность по направлению подготовки магистров 12.03.02 – «Опtotехника в рамках программы «Опτικο-цифровые информационно-измерительные и управляющие системы». Обучение осуществляется по проектному методу на производственно-технической базе ОАО «ЛОМО». Лучшим студентам присуждается ежегодно стипендия им. М.П. Панфилова.

Стипендия им. М.П. Панфилова на 2014/2015 учебный год назначена магистранту факультета фотоники и оптоинформатики Буркову Алексею Сергеевичу. Научной работой Алексей занимается на кафедре компьютерной фотоники и видеоинформатики под руководством доцента С.С. Митрофанова.



Алексей Бурков – победитель конкурса на получение стипендии

им. М.П. Панфилова на 2014/2015 учебный год

Исследования были посвящены возможности создания автоматизированных средств измерения положения струны на гидротехнических плотинах. Знание истинного положения струны во многом определяет безопасность эксплуатации плотины, позволяет прогнозировать надежность сооружения в целом. За это время Алексей самостоятельно разбирался и решал весьма сложные научно-практические задачи, освоил современные методы компьютерного моделирования, много работал с литературой, в том числе, с ГОСТами. В процессе работы был создан действующий макет установки, на котором проведен ряд экспериментов.

Алексей Бурков стал квалифицированным специалистом в инженерной области, проявил практические навыки проектирования и расчета оптических приборов и способности в решении поставленных задач при проведении сложных экспериментальных исследований и интерпретации полученных результатов. Разрабатывал конструкторскую и техническую документацию (инструкции по сборке и юстировке, технические условия на изделия) для служебных систем для космических летательных аппаратов, конструкторскую документацию на приспособления для контроля параметров выпускаемых ОАО «ЛОМО» изделий.

С 2018 года – коллектив кафедры вошел в состав факультета прикладной оптики (декан к.т.н., доцент А.В. Бахолдин) мегафакультета фотоники (директор – д.т.н., профессор В.Е. Бугров).

ТАКИХ ЛЮДЕЙ НЕ ЗАБЫВАЮТ... НЕ ДОЛЖНЫ ЗАБЫВАТЬ!

А.Д. Забежинский

«Если я видел дальше других, то только потому, что стоял на плечах гигантов» (Исаак Ньютон). Эту крылатую фразу вполне правомерно отнести ко всем, кто достиг успеха – и к людям, и к коллективам. Всегда следует помнить о тех, кому Вы обязаны, кто основал и создавал всё то, что использовали Вы на пути к своему успеху.

Когда ученые и практики доказывали Министерству оборонной промышленности (в подчинении которого находились и ГОМЗ, и «Прогресс») и Военно-промышленной комиссии Совета Министров СССР, что при нынешнем уровне техники создание какого-либо оптико-механического устройства невозможно, часто принималось решение поручить его разработку заводу №357 (официальное название «Прогресса»). Так было в начале 50-х годов с полуавтоматическим прицелом «Тахометр» к зенитной пушке БЛ-120 («Берия Лаврентий»), так было с микроскопом с дистанционным управлением для ядерных исследований (МИМ-14). Аналогичная ситуация сложилась во второй половине 50-х годов с радиолокационно-приборным комплексом 1А7 для самоходной зенитной установки «Шилка» (ЗСУ 23-4), а затем и со следящей гироскопической головкой самонаведения для переносного зенитно-ракетного комплекса «Стрела-2» в самом начале 60-х годов ушедшего века. И при этом высшие чиновники страны были уверены, что завод с заданием партии и правительства справится. Почему, на каком основании? А на том, что возглавлял ОКБ завода хорошо и давно им известный Виктор Эрнестович Пиккель.

Это был интересный и замечательный человек, хотя внешне и казался суровым. Улыбался он редко, и те, кто были с ним плохо знакомы, слегка побаивались его.

В.Э. Пиккель знал технику в совершенстве. 19-летним парнишкой он начал свою трудовую деятельность токарем по металлу. После окончания

«Военмеха» в 1935 году он был принят на завод «Прогресс» начальником цеха. Во время Великой Отечественной войны работал главным технологом, а затем - главным конструктором завода, и в монографии «Оружие победы», изданной в 80-е годы Министерством, высоко оценивается его роль в создании и производстве военной техники.



Виктор Эрнестович Пиккель (1907 – 1978)

Позднее он был назначен начальником ОКБ завода и стал подлинным главным конструктором предприятия. Он знал не только каждую из разработок, но и их технические решения, пропускал их через себя, он курировал их в первоначальном смысле этого слова, то есть заботился о них.

Виктор Эрнестович Пиккель был талантливым организатором. Не могу судить, знал ли он теорию организации управления, но практически руководил блестяще. Виктор Эрнестович прекрасно разбирался в людях, умел расставлять сотрудников таким образом, чтобы каждый занимал свое место.

Следует отметить, что народнохозяйственной составляющей продукции завода являлись самые разнообразные виды микроскопов. Заместителем В.Э. Пиккеля по микроскопии был очень способный и знающий инженер, обладавший большим авторитетом как внутри завода, так

и за его пределами - Георгий Евгеньевич Скворцов. Поэтому Пиккель мог себе позволить уделять меньше внимания этой сфере и сосредоточиться, в основном, на оборонной продукции.

В.Э. Пиккель воспитал целую плеяду талантливых и результативных разработчиков. Он одновременно умел и требовать с них, и доверять им.



*Члены Государственной экзаменационной комиссии по специальности
«Оптические приборы» слушают доклады дипломников.*

*Слева направо: проф. Г.В. Погарев, проф. С.Т. Цуккерман (третий),
В.Э Пиккель, проф. В.Н. Чуриловский, доц. Т.П.Капустина.*

Ленинград, ЛИТМО. 1968 год. Фото из газеты «Кадры приборостроению»

Виктор Эрнестович был государственным человеком. Интересы страны, в частности, ее обороны у него всегда превалировали. Ради них он порой относил на второй план даже интересы завода, а зачастую и собственные интересы.

Он обладал даром предвидения. Я помню, как он поделился со мной своим мнением об изъянах тогдашней экономики, и мы пришли к выводу, что без введения элементов рынка ей не выстоять. А ведь это было еще в 1961 году!

Виктор Эрнестович обладал твердым и независимым характером. А это не всякому руководству по нраву. В сочетании с некоторыми, как тогда говорили, «анкетными данными» это не способствовало его карьере. Так, он в течение длительного времени исполнял обязанности главного инженера завода, но так и не был назначен на эту должность вышестоящими

инстанциями. Когда на завод был прислан извне новый руководитель этой службы, кто-то сказал: *«Теперь у нас есть главный инженер»*. Сотрудники тут же ответили ему: *«У нас был главный инженер»*.

А в последние годы жизни он оказался вообще не у дел, но то, что он успел совершить за свою жизнь, заслуживает восхищения. Ведь именно им заложен фундамент для многого из того, чем мы до сих пор гордимся. Три его ордена (1942, 1945 и 1966 годов) и звание лауреата Государственной премии (за разработку установки ЗСУ-23-4 – «Шилка») лишь в малой степени отражают его заслуги.

Родному заводу он отдал 37 лет своей прекрасной и плодотворной жизни, хотя и с годичным перерывом: в 1938 году был уволен «по сокращению штатов», проработал год на «Кинапе», а затем был принят обратно.

Виктор Эрнестович Пиккель родился 17 апреля 1907 года и прожил немногим более 70 лет. Из созвездия выращенных им талантливых разработчиков тоже уже мало кто остался.

Отмечая 110-летие со дня рождения В.Э. Пиккеля, полагаю, что не вспомнить о великом труженике и прекрасном человеке было бы и постыдно, и грешно.

МУЗЕЙ ИСТОРИИ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО – УЧЕБНЫЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВУЗА

Мальцева Н.К.

Научно-образовательный центр (НОЦ) «Музей истории Университета ИТМО» (далее по тексту - Музей) был создан в соответствии с решением Ученого совета от 24 октября 2006 года. Концепция его создания и развития формулирует основную задачу Музея – принимать участие в подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствовании форм и методов учебно-воспитательной и научно-просветительской работы.

Одним из аспектов деятельности Музея является популяризация истории университета, как части истории российской науки через Интернет. С этой целью разработан и успешно используется в деятельности вуза виртуальный музей (ВМУ) (<http://museum.ifmo.ru/>). ВМУ отражает более чем вековую историю университета и рассказывает об истории развития факультетов, кафедр, научно-педагогических школ и других подразделений и направлений деятельности вуза. Создание ВМУ началось в 2000 году в рамках празднования столетия нашего университета как первого в России специализированного учебного заведения по профессиональной подготовке специалистов в области точной механики и оптики. Отметим, что в России на этот момент виртуальных музеев в образовательных учреждениях практически не существовало.

Сайт ВМУ основан на коллекции подлинных исторических документов: статей, интервью, воспоминаний, документов и др. Исторические документы представлены в текстовых и графических форматах, содержат фотографии исторических событий и персоналий, копии исторических документов. Исторические документы представлены в текстовых и графических форматах, содержат фотографии исторических событий и персоналий, копии архивных документов. Здесь широко используются возможности гиперпространства, включающие не только внутренние перекрестные ссылки, но и ссылки на внешние интернет-

ресурсы, которые содержат интересующую пользователя информацию.

Открытие действующей экспозиции Музея состоялось 7 марта 2008 года, и уже в 2008/2009 учебном году были проведены занятия со студентами первого курса Естественнонаучного факультета (кафедра Технологии профессионального обучения) в рамках дисциплины «Введение в специальность». Позже аналогичные занятия стали регулярно проводиться для студентов и других факультетов.

В 2012 году авторский коллектив в составе: Ю.Л. Колесников, Н.К. Мальцева, И.Ю. Щербакова, - стал лауреатом премии Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся достижения в области высшего и среднего профессионального образования 2012 года в номинации «В области воспитательной работы со студентами, развития их профессиональных навыков» за разработку системы сохранения и популяризации истории НИУ ИТМО на базе информационных технологий с целью воспитания у студентов гордости за отечественную науку.

В 2000 году наш университет широко отмечал столетие со дня основания как первого в России специализированного учебного заведения по подготовке специалистов в области точной механики и оптики. Этот юбилей вызвал большой интерес научно-педагогической общественности к истории вуза. И в этом юбилейном году Ученый совет университета своим решением основал две серии книг.

Первая серия - историческая, за 12 лет она немного изменила свое название (так как вуз за эти годы менял свое наименование) и сейчас она называется: серия книг «Национальный исследовательский университет ИТМО: Годы и люди». За это время вышло одиннадцать книг [1-11], которые освещают различные стороны истории нашего вуза.

Вторая - научная. Она называется серия книг «Выдающиеся ученые Национального исследовательского университета ИТМО». Каждый выпуск серии является монографией, посвященной определенной научной тематике, но он обязательно содержит раздел, посвященный истории научной школы,

которую представляет автор или авторский коллектив монографии. За эти годы в свет вышло таких 17 выпусков [12-28]. Все эти книги - это достояние нашего университета, разносторонне описывающие различные аспекты истории нашего высшего учебного заведения.

Упомянутые выше книги достаточно сложны, чтобы помочь студентам, особенно младших курсов, впервые познакомиться с более чем столетней историей вуза. Другими словами стал нужен «исторический путеводитель», который не только поможет студентам познакомиться с экспозицией музея, но и станет помощником при самостоятельном изучении истории нашего вуза. Таким образом, появилась идея создания третьей серии - учебного пособия «История и современность Университета ИТМО», предназначенного для подготовки и проведения занятий в научно-образовательном центре «Музей истории Университета ИТМО» [29, 30].

С самого начала стало понятным, что многолетняя история вуза не может «поместиться» в одном пособии. Содержание части первой этого пособия, вышедшей в 2012 году, охватывает период со дня основания нашего учебного заведения до окончания Великой Отечественной войны. Вторая часть посвящена послевоенному периоду развития ЛИТМО, истории создания и развития факультетов университета, деятельности ведущих профессоров и исследователей, работавших и преподававших здесь до 2010 года. Особое внимание уделено персоналии профессора М.М. Русинова, чья жизнь и творчество в течение десятилетий были неразрывно связаны с нашим вузом.

Жизнь не стоит на месте, а жизнь Университета ИТМО в XXI веке можно охарактеризовать стремительными изменениями, как в научной, так и в образовательной деятельности. На смену традиционной шестилетней подготовке инженеров пришла трехступенчатая система обучения: бакалавратура, магистратура и аспирантура. Учебные программы всех этих ступеней содержат курсы, посвященные истории тех областей науки и техники, в которых обучающиеся готовятся стать специалистами самого

высокого уровня.

Большое значение в деятельности музея занимает работа, связанная с формированием полной исторической картины появления, развития и трансформации научных школ университета.

В данном случае хочу привести несколько страниц, посвященных истории научно-педагогической школы Университета ИТМО, связанной с развитием оптики и оплотехники. Без достижений преподавателей, сотрудников, ученых этой школы вряд ли бы смогла состояться отечественная оптическая наука.

Научно-педагогическая школа Университета ИТМО

«Прикладная и вычислительная оптика»

РУКОВОДИТЕЛИ

Родионов Сергей Аронович, лауреат премии Совета Министров СССР, профессор, доктор технических наук; Зверев Виктор Алексеевич, лауреат Ленинской премии, премии Совета Министров СССР, заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор технических наук.

Основные научные направления

- Теория и методы расчета оптических систем с высокими характеристиками
- Создание новых высокоточных оптических приборов
- Математические основы, алгоритмы и программы компьютерного проектирования оптики

Основные научные достижения

- Серия широкоугольных аэрофотосъемочных, гидросъемочных и телевизионных объективов (Руссар, Гидроруссар, Киноруссар)
- Стереофотограмметрическая аппаратура различного назначения
- Технология изготовления металлостеклянных зеркал
- Высокоскоростные киносъемочные камеры
- Программные пакеты автоматизированного проектирования оптических систем и моделирования оптического изображения

- Теория и математическое моделирования ближнепольной оптики
Ленинские премии

1978 год - Зверев Виктор Алексеевич - создание крупнейшего в мире телескопа БТА.

1982 год - Русинов Михаил Михайлович - создание широкоугольных объективов 3-го, 4-го, 5-го поколений для картографирования.

Премия Совета Министров

1983 год - Родионов Сергей Аронович, Зверев Виктор Алексеевич, Грамматин Александр Пантелеймонович, Пржевальский Л.И., Усоскин В.В., Хлусова Н.И. - создание и внедрение системы автоматизированного проектирования оптики.

За работы по фотограмметрии М.М. Русинову была присуждена Международная премия французской академии наук им. Лосседа. Работы, выполненные на кафедре, отмечались многочисленными медалями и дипломами международных и российских выставок, медалями С.П. Королева, Ю.А. Гагарина, премиями Минвуза.

Государственные премии

1941 - Русинов Михаил Михайлович — создание аэрофотообъективов «Руссар», в которых использовано явление абберрационного виньетирования.

1949 - Русинов Михаил Михайлович - создание новых образцов оптических приборов.

1950 - Русинов Михаил Михайлович – за разработку и выпуск сверхширокоугольных мультиплексов, применяемых для обработки аэрофотоснимков.

1967 - Русинов Михаил Михайлович, Иванов Петр Дмитриевич, Лившиц Эммануил Маркович - за разработку широкоугольных гидросъемочных объективов.

1977 год - Грамматин Александр Пантелеймонович - за разработку оптико-механического комплекса аппаратуры для микроэлектроники.

1986 год — Цуканова Галина Ивановна - за создание научного комплекса проекта «Вега» для исследования кометы Галлея.

Основоположники научно-педагогической школы Университета ИТМО
«Прикладная и вычислительная оптика»



Игнатовский Владимир Сергеевич
(1875-1943)

Член-корреспондент АН СССР, доктор физико-математических наук, профессор, один из основоположников отечественной школы прикладной оптики и организаторов оптической промышленности и образования. До 1914 года работал в Германии на заводах Карл Цейсс, Герц, Лейтц, с начала Первой Мировой войны - во Франции и Англии. В 1917 году был приглашен в Петроград. Был научным руководителем Государственного оптического завода, преподавал в Ленинградском техникуме точной механики и оптики, затем в Ленинградском институте точной механики и оптики.

Его ученики - проф. В.Н. Чуриловский и проф. М.М. Русинов.

Автор фундаментальных работ по теории оптического изображения и дифракции в оптических системах (Петроград, 1919, 1920), учебных пособий по теории оптических приборов и оплотехнике.

В 1943 г. в Ленинграде был расстрелян по ложному обвинению.



**Чуриловский Владимир Николаевич
(1889-1983)**

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, выдающийся ученый-оптик, первый декан оптического факультета Ленинградского института точной механики и оптики (с 1930 г.), заведующий кафедрой теории оптических приборов с 1932 по 1970 г., автор 47 научных трудов и 11-ти изобретений, в том числе известных учебных пособий "Теория оптических приборов" и "Теория хроматизма и аберраций третьего порядка".

Воспитал несколько поколений оптиков-расчетчиков. Был награжден орденами Красной Звезды, Трудового Красного Знамени, медалями СССР.



Захарьевский Александр Николаевич (1893-1965)

Доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии, член-корреспондент Академии Артиллерийских наук, известный ученый в области прикладной оптики, первый заведующий кафедрой оптико-

механических приборов Ленинградского института точной механики и оптики (1939 - 1949), с 1950 года работал в ГОИ начальником лаборатории.

Крупнейший специалист в области оптических дальномеров, теории интерферометров и интерференционных микроскопов, внес большой вклад в теорию оптических приборов различного назначения. Автор более 10 научных работ, наибольшей известностью из которых пользуется его книги «Военные оптические дальномеры» (Оборонгиз, 1937) и «Интерферометры» (Оборонгиз, 1952), в которой он развил необычную и весьма плодотворную теорию, основанную на понятиях зрачков в различных ветвях интерферометра. Был награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Красной Звезды и тремя медалями.



Крыжановский Иосиф Иванович (1909-1979)

Доктор технических наук, профессор, декан оптического факультета (1964-1967), заведующий кафедрой оптических приборов (1975- 1979).

Крупный специалист по разработке высокоскоростных киносъемочных камер и технологии изготовления металлостеклянных зеркал, автор более 100 научных трудов, 30 изобретений и трех патентов. Был награжден орденом «Знак Почета».

Под его руководством были разработаны и изготовлены высокоскоростные киносъемочные камеры, отмеченные многочисленными наградами на всесоюзных и международных выставках. Занимался также технологией изготовления металлостеклянных зеркал, которые нашли широкое применение в различных оптических приборах, в том числе в астрономических. С помощью телескопа, изготовленного в ЛИТМО по

технологии И.И. Крыжановского, получен лучший снимок ядра кометы Галлея, ставший известным во всем мире (проект «Вега», 1986).



Русинов Михаил Михайлович (1909-2004)

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, четырежды лауреат Государственных премий, лауреат Ленинской премии, премии Французской Академии наук.

Работал преподавателем и заместителем декана оптического факультета ЛИТМО в 1931-1932 годах. С 1955 по 1990 год руководил кафедрой оптико-механических приборов (теории оптических приборов). До 2004 года являлся профессором кафедры прикладной и компьютерной оптики..

Общепризнанный лидер в области широкоугольной аэросъемочной оптики, создатель оригинальной схемы объективов «Руссар». Удачно найденные им еще в конце 30-х годов конструктивные элементы в виде наружных отрицательных менисков используются в настоящее время практически во всех широкоугольных объективах. Автор 152 научных трудов (в том числе 18 монографий), более 320 авторских свидетельств на изобретения и 22 патентов (из них 7 патентов РФ).

Наиболее известны такие его труды по прикладной оптике, как «Техническая оптика», «Габаритные расчеты оптических систем», «Несферические поверхности в оптике», «Инженерная фотограмметрия».



Сергей Аронович Родионов (1938 – 2000)

Научно-педагогическая деятельность заведующего кафедрой Прикладной и компьютерной оптики, доктора технических наук, профессора Сергея Ароновича Родионова началась в ЛИТМО в 1964 году. Первые же работы С. А. Родионова были посвящены разработке математических методов расчета оптических систем, анализа аберраций, оценки качества, оптимизации оптических систем на компьютере. Использование компьютерных технологий для решения любых оптических задач оставалось главным направлением фундаментальных и прикладных исследований С. А. Родионова на протяжении всей жизни. Он работал в этом направлении сам, привлекал к этим работам коллег, аспирантов и студентов. Итогом активной научной и педагогической деятельности С. А. Родионова стало формирование научной школы и нового научного направления - компьютерная оптика.



С.А. Родионов в лаборатории вычислительной оптики. ЛИТМО, 1989 год

Работы С. А. Родионова являются существенным вкладом в теорию оптических приборов и теорию формирования оптического изображения. Вот только некоторые результаты научных трудов С. А. Родионова:

- общая теория преобразования сигналов в оптических приборах, понятие обобщенных координат и обобщенных характеристик, пригодных для описания оптических систем любых типов и других функциональных блоков оптического прибора;
- внутренняя функциональная модель оптической системы как преобразователя электромагнитного поля;
- общая теория неизопланатизма в произвольных оптических системах, основанная на понятиях универсальной абберационной функции и обобщенных координат;
- обобщение понятий параксиальной оптики на окрестность произвольного луча, проходящего через оптическую систему произвольного типа;
- общая теория дисторсии и анаморфотных преобразований изображения в произвольных оптических системах;
- аппарат аналитического представления аббераций оптических систем при помощи разложения абберационной функции в канонических координатах на зрачке, поле и спектральном интервале по ортогональным функциям, являющихся обобщением известных полиномов Цернике;
- дифракционная теория формирования оптического изображения в произвольных оптических системах, основанная на концепции реальной апертурной диафрагмы;
- матричная теория описания структуры частично-когерентных лазерных пучков.

К важным результатам фундаментальных исследований С. А. Родионова можно отнести разработку теории автоматизированного проектирования оптических систем, где на основе системного подхода к проектированию оптических систем и приборов он предложил обобщенные функциональные структуры, позволяющие разделить детерминированные и эвристические процедуры, формализовать и автоматизировать процесс проектирования оптических систем и приборов.

Результаты фундаментальных исследований С. А. Родионова были положены в основу разработки математического и программного обеспечения первой отечественной системы автоматизированного проектирования САПР-ОПТИКА и пакета прикладных программ для проектирования оптических систем ОПАЛ. В теоретическое обеспечение пакета ОПАЛ вошли структурная, оптимизационная и статистическая модели, описывающие различные аспекты оптической системы как объекта проектирования, а также математические методы, реализующие проектные процедуры синтеза, анализа и оптимизации. За время многолетней эксплуатации этих программ разработано большое количество высококачественных оптических систем самого различного назначения, в том числе фотографические, телевизионные ZOOM-системы, системы для наземной и космической астрономии, фотолитографические объективы, адаптивные и лазерные системы.

Родионов активно занимался проблемами технологического и аттестационного контроля оптических систем. Широко известны его работы, посвященные компьютерной обработке интерферограмм и гартманогамм, используемых при исследовании и технологическом контроле астрономической оптики и прецизионных систем для фотолитографии.

Область научных интересов С. А. Родионова затрагивала многие другие актуальные направления развития отечественного и зарубежного оптического приборостроения. Под его руководством были выполнены десятки актуальных научно-исследовательских проектов, обеспечившие решение сложнейших теоретических и прикладных задач современной техники. Научно-производственные организации России, Украины, Белоруссии, Германии, США, Южной Кореи, Китая, Сирии, специалисты-оптики из других стран высоко оценили С. А. Родионова как профессионального консультанта и надежного партнера.

Научные исследования С. А. Родионова явились тем фундаментом, необходимым условием, которые в сочетании с его личностными качествами

- открытостью, отзывчивостью, высочайшей эрудицией, определили его неоценимый вклад в подготовку специалистов - оптиков различной квалификации (инженеров, бакалавров, магистров, кандидатов и докторов наук). Его курсы по основам оптики, прикладной оптике, теории образования оптического изображения, методам оптимизации популярны как у студентов, так и среди специалистов-оптиков. Учебное пособие «Автоматизация проектирования оптических систем», написанное С. А. Родионовым, определило базовое содержание и методологию подготовки специалистов-оптиков конца XX века.

13 мая 2000 года Сергея Ароновича не стало. Но научная школа, основным направлением которой является компьютерная оптика, продолжает интенсивно развиваться благодаря оставленному им богатому научному заделу, научным статьям и учебным пособиям.



Зверев Виктор Алексеевич (1935 – 2018)

Доктор технических наук, профессор. Заслуженный деятель науки Российской Федерации. Заведующий кафедрой специальных оптических приборов (1989), заведующий кафедрой теории оптических приборов (1990-96). Профессор кафедры прикладной и компьютерной оптики (1996-2015).

Окончил с отличием ЛИТМО по специальности «Оптические приборы» (1961). Работал на ЛОМО им. В.И. Ленина, пройдя путь от инженера до зам. главного инженера объединения (1961-89).

Кандидат технических наук (1970), доцент (1974), доктор технических наук (1989), профессор (1983).



*Аспирант Виктор Зверев со своим учителем профессором М.М. Русиновым,
ЛИТМО, 1964 год*

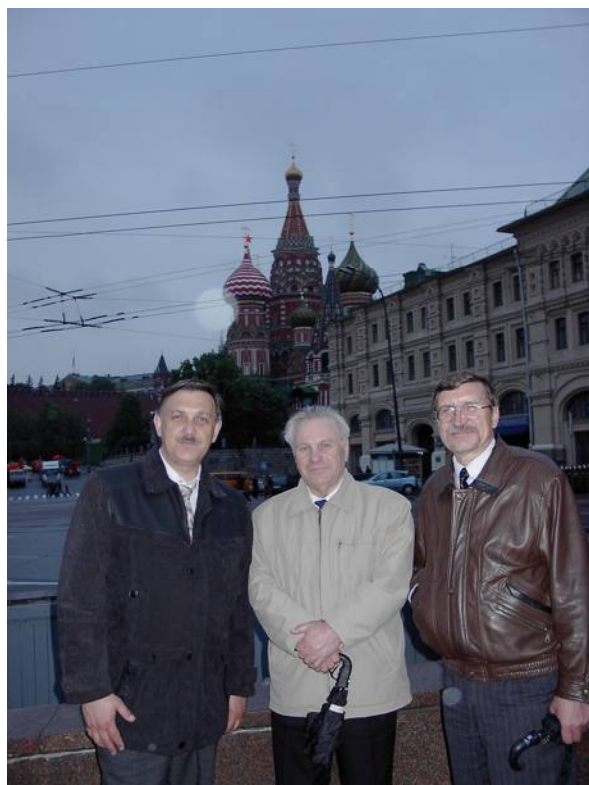


Профессора В.А. Зверев (справа) и С. А. Родионов.

ЛИТМО, Ленинград, 1990 год

Долгие годы возглавлял, будучи председателем, диссертационный совет. Руководитель научно-педагогической школы университета «Прикладная и вычислительная оптика».

Автор более 100 научных публикаций, 75 авторских свидетельств.



*Профессор В.А. Зверев (в центре) с коллегами по Университету ИТМО,
профессорами Ю.Л. Колесниковым (слева) и Латыевым (справа),
Санкт-Петербург, 2001 год*

Лауреат Ленинской премии (1978), лауреат премии Совета Министров СССР (1983). Награжден орденом Трудового Красного Знамени (1974), золотой и серебряной медалями ВДНХ СССР, медалью «В память 300-летия Санкт-Петербурга» (2004).

До последних дней В.А. Зверев не терял связь с ALMA MATER, активно работая с аспирантами и молодыми преподавателями, вел активную деятельность в области истории оптики и оплотехники. Именно Виктор Алексеевич Зверев стал идеологом создания данной монографии.

Кафедра прикладной и компьютерной оптики

Большая часть разработок научно-педагогической школы, к которой принадлежат выше перечисленные ученые, выполнялась на кафедре прикладной и компьютерной оптики, образованной в 1996 году путем объединения двух старейших кафедр оптического факультета: кафедры «Теория оптических приборов» и кафедры «Оптические приборы и компьютерная оптика», в результате чего кафедра стала крупнейшей и

ведущей в России в области прикладной оптики, оптических приборов и компьютерной оптики.

Если обратиться к истории Университета ИТМО, то можно сделать вывод, что именно кафедра ПиКО является наследницей старейших оптических кафедр России: кафедры теории оптических приборов, физиологической оптики, оптических приборов, лабораторных, а затем оптико-механических приборов Ленинградского института точной механики и оптики.

В 1930 году, в только созданном ЛИТМО, было образовано Отделение по оптическим специальностям, довольно быстро переименованное в оптико-технический факультет, первым деканом которого стал профессор Владимир Николаевич Чуриловский. Далее, в 1932 году были образованы кафедры **геометрической оптики** (зав. кафедрой В.Н. Мурашкинский), **физиологической оптики** (зав. кафедрой профессор Л.Н. Гассовский), **оптических приборов** (зав. кафедрой профессор С.И. Фрейберг), **теории оптических приборов** (зав. кафедрой профессор В.Н. Чуриловский) и **обработки стекла** (Титов Л.Г.). Впоследствии из кафедры оптических приборов были выделены кафедра **оптико-механических приборов**, которой стал заведовать профессор А.Н. Захарьевский и кафедра **лабораторных приборов** под руководством Академика АН СССР Линника В.П., затем из кафедры оптико-механических приборов выделилась кафедра **военно-оптических приборов** под руководством профессора К.Е. Солодилова. С 1930 года по 1932 год доцентом кафедры теории оптических приборов и зам. декана оптико-технического факультета работал М.М. Русинов, с 1930 г. по 1938 г. преподавал ассистент, затем доцент И.А. Турыгин (впоследствии заместитель декана, заведующий кафедрой прикладной оптики, профессор МВТУ им. Баумана).

Таким образом, сформировалась структура оптического факультета, отражающая основные направления прикладной оптики. Следует отметить грандиозную фигуру теоретика и практика члена-корреспондента АН СССР

Владимира Сергеевича Игнатовского (1875-1943), значительно опередившего свое время. Так, еще в 1919 году В.С. Игнатовский написал две статьи, опубликованные в Трудах ГОИ и посвященные дифракции объектива при любом относительном отверстии, в которых проблема рассмотрена и решена на таком уровне, который не достигнут и многими современными авторами. Был расстрелян в 1943 году в Ленинграде по ложному доносу.

После войны в ЛИТМО прикладная оптика сконцентрировалась на кафедрах теории оптических приборов под руководством профессора В.Н. Чуриловского, лабораторных оптических приборов под руководством вернувшегося в ЛИТМО профессора М.М. Русинова, и оптико-механических приборов под руководством профессора А.Н. Захарьевского. В 1955 г. в связи с переходом А.Н. Захарьевского в ГОИ, кафедра лабораторно-оптических приборов была присоединена к кафедре оптико-механических приборов, которую возглавил М.М. Русинов.

В 1975 г. после очередных преобразований на базе этих двух кафедр были организованы четыре: **теории оптических приборов** (профессор М.М. Русинов, затем, с 1990 г. профессор В.А. Зверев), **оптических приборов** (профессор Л.Н. Андреев и затем профессор С.А. Родионов), **конструирования и производства оптических приборов** (профессор Г.В. Погарев, затем профессор Е.Г. Лебедько), а также **технологии оптических деталей и покрытий** (профессор С.М. Кузнецов, затем профессор Э.С. Путилин).

С 1965 г. на кафедре оптико-механических приборов получает развитие новое направление в прикладной оптике - разработка математических методов, алгоритмов и программного обеспечения для решения оптических задач, впоследствии названное компьютерной оптикой (руководитель С.А. Родионов).

Наконец в 1996 г. на базе кафедр «Теория оптических приборов» и «Оптические приборы» была создана **кафедра прикладной и компьютерной оптики** (зав. каф. профессор С.А. Родионов), являющаяся,

наследницей по прямой линии первых оптических кафедр ЛИТМО, а профессорско-преподавательский состав стал продолжателем традиций таких основоположников как: член-корреспондент АН СССР В.С. Игнатовский, профессора В.Н. Чуриловский, М.М. Русинов, А.Н. Захарьевский, Академик АН СССР В.П. Линник. Кафедра собрала в своем составе представителей школы прикладной и вычислительной оптики: профессоров Л.Н. Андреева, А.П. Грамматина, В.А. Зверева, П.Д. Иванова, С.А. Родионова и их учеников.

Среди достижений кафедры:

- Серия широкоугольных аэрофотосъемочных, гидросъемочных и телевизионных объективов: Киноруссар, Гидроруссар, Руссар (М.М. Русинов, Н.А. Агальцова);
- Методы и средства контроля главного зеркала телескопа БТА (В.А. Зверев, С.А. Родионов, В.В. Усоскин);
- Создание гидросъёмочных объективов, превосходящих зарубежные аналоги (М.М. Русинов, П.Д. Иванов, Л.Н. Курчинская);
- Компьютерные пакеты автоматизированного проектирования оптических систем и моделирования оптического изображения (С.А. Родионов с сотрудниками);
- Оптика для международного проекта «Венера-Галлей» (Г.И. Цуканова)
- Металлостеклянная оптика (И.И. Крыжановский, С.М. Никитин)
- Высокоскоростные киносъёмочные камеры для научных исследований (И.И. Крыжановский, В.И. Решеткин);
- Теория и математическое моделирование ближнепольной оптики;
- Стереофотограмметрическая аппаратура различного назначения.

Кроме того, работы, выполненные на кафедре, отмечались многочисленными медалями и дипломами международных и российских выставок, медалями С.П. Королева, Ю.А. Гагарина, премиями Минвуза.

За период существования кафедры было подготовлено более 150 кандидатов наук, из них 30 иностранцев, а также 16 докторов наук. Большинство научных и производственных подразделений в области

прикладной оптики в России, а также многие в США, Израиле и Китае возглавляют ученики нашей научной школы.

С 1 сентября 2018 года коллектив кафедры ПиКО вошел в состав факультета прикладной оптики (декан к.т.н., доцент В. Бахолдин) и реализует для бакалавриата и магистратуры **образовательную программу «Прикладная оптика».**

ЛИТЕРАТУРА

1. ИТМО: Годы и люди. Часть 1. / Составитель М.И. Потеев. - СПб.: Ива, 2000. - 284 с.
2. Университет ИТМО: Годы и люди. Часть вторая. / Под общей ред. М.И. Потеева. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. - 164 с.
3. Русинов. / Под общей ред. М.И. Потеева. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 168 с. - Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди», часть третья.
4. Война и блокада. / Под редакцией Н.К. Мальцевой.- СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. - 260 с. - Серия книг «НИУ ИТМО: Годы и люди», часть четвертая
5. Университет XXI века. / Под редакцией Ю.Л. Колесникова и Н.К. Мальцевой. - СПб: НИУ ИТМО, 2011. - 278 с. - Серия книг «Национальный исследовательский университет ИТМО: Годы и люди», часть пятая.
6. 75 лет кафедре «Информационно - навигационные системы» / Под общей редакцией академика РАН В.Г. Пешехонова.- СПб.: НИУ ИТМО, 2012 -298 с. - Серия книг «Национальный исследовательский университет ИТМО: Годы и люди», выпуск 6
7. Парамонов П.П., Колесников Ю.Л., Гатчин Ю.А., Алиев Т.И., Немолочнов О.Ф. , Жаринов И.О., Сабо Ю.И. Вехи истории базовой кафедры Машинного проектирования бортовой электронно-вычислительной аппаратуры НИУ ИТМО при ОКБ «Электроавтоматика». - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 230 с. - Серия «Национальный исследовательский университет ИТМО: Годы и люди», выпуск 7.
8. Наши ветераны: они трудились в нашем вузе. / Под редакцией доцента Н.К. Мальцевой. - СПб.: Университет ИТМО, 2017. - 464 с. – Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди». Выпуск 8.

9. Известные выпускники Университета ИТМО. / Под редакцией проф. Ю.Л. Колесникова. - СПб.: Университет ИТМО, 2017. - 354 с. – Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди». Выпуск 9
10. Третий трудовой. / Под редакцией проф. Ю.Л. Колесникова и доцента Н.К. Мальцевой. СПб.: Университет ИТМО, 2018. 494 с. – Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди». Выпуск 11
11. Юдовина Т.С. Научная школа. Основоположники вычислительной оптики. Петербург–Ленинград. XX век. Санкт-Петербург. - СПб.: Университет ИТМО, 2016. - 264 с. – Серия книг «Университет ИТМО: Годы и люди». Выпуск 12.
12. Дульнев Г.Н. Энергоинформационный обмен в природе. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2000. - 134 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО» Вып. 1.
13. Сечкарев А.В. Фотонная оптика. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2000.- 220 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 2.
14. Игнатовский В.С. Элементарные основы теории оптических приборов. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2001. – 202 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 3.
15. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2001. – 360 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 4.
16. В.Н. Чуриловский. Теория оптических приборов. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2001. – 274 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 5.
17. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2001. – 264 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 6.
18. Меськин В.С. Основы легирования стали. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2002. – 236 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 7.
19. Слив Э.С. Прикладная теория навигации. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2002. - 132 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО» Вып. 8.
20. Кондратьев Г.М., Дульнев Г.Н., Платунов Е.С., Ярышев Н.А.

Прикладная физика: Теплообмен в приборостроении. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2003. 550 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 9.

21. Русинов М.М. Композиция нецентрированных оптических систем. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. - 550 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 10.

22. Земский В.И., Колесников Ю.Л., Мешковский И.К. Физика и техника импульсных лазеров на красителях. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. - 150 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 11.

23. Акаев А.А., Майоров С.А. Оптические методы обработки информации. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005. - 240 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 12.

24. Жизнь и деятельность В.К. Прокофьева. / Под общей редакцией проф. И.П. Гурова и проф. Ю.Л. Колесникова. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. - 92 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 13.

25. Сухопаров С.А. На службе оптическому приборостроению. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. - 218 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО» Вып. 14.

26. Ярышев Н.А. Научная школа и школа жизни. СПб.: СПб ГУИТМО, 2010. 258 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Вып. 15.

27. Новиков А.Ф. Цвет молекул. Время. Свет. - СПб.: НИУ ИТМО, 2011. - 308 с. – Серия книг «Выдающиеся ученые НИУ ИТМО». Вып. 16.

28. Гатчин Ю.А., Чиков К.Н. Линия жизни – информационная безопасность. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 270 с. - Серия книг «Выдающиеся ученые НИУ ИТМО». Вып. 17.

29. Колесников Ю.Л., Мальцева Н.К., Щербакова И.Ю. и др. История и современность НИУ ИТМО. / Под общей редакцией члена-корреспондента РАН В.Н. Васильева. Часть I. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 98 с.

30. Колесников Ю.Л., Мальцева Н.К., Щербакова И.Ю. и др. История и современность НИУ ИТМО. / Под общ. редакцией чл.-корр. РАН В.Н. Васильева. / Учебное пособие. Часть II. - СПб.: НИУ ИТМО, 2014. - 98 с.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

В то время, когда настоящее издание уже было подготовлено в печать, пришла очень печальная весть: ушел из жизни профессор Виктор Алексеевич Зверев. Ему посвящены строки публикуемого ниже стихотворения.

Памяти В.А Зверева

Автор Анитропова Ирина Леонидовна.

*Удивительный Человек - чистый, светлый,
В науке - гений,
Много сил, как ПРОФЕССОР, вложил
В воспитание поколений...*

*Очень творческий и талантливый -
Он умел других увлекать
И упорным своим трудолюбием
Окружающих вдохновлять.*

*Как талантливый человек -
Он талантливым был во многом -
Пел, стихи писал, рисовал....
И рассказчиком был от бога...*

*Предвоенное детство и юность в войне
И потребность служить Отчизне
Создали инженера, что был нужен стране,
И чем сам он гордился по жизни...*

*Он был нежным и верным
И обожал своих лучших на свете девчонок
Таню, Аню, Дашу и Ксюшу -
С ними был как большой ребенок.*

*И еще, он любил этот город -
Его парки, бульвары, музеи.
И по осени очень часто
Он гулял по притихшим аллеям.*

*Невозможно представить теперь,
Как же будет без Зверева Пушкин?
Ни приехать, ни позвонить...
Очень грустно и очень пусто...*

*Только память, что вечно жива,
Ниоткуда войдет к тебе в душу.
В тихом парке прошепчет листва:
"Это Зверев, мой друг, это Пушкин..."*

Санкт-Петербург, 20.03.18

Информация об авторах

Бурбаев Амир Маруанович - кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерной фотоники и видеоинформатики. Специалист в области конструирования, сборки и юстировки оптических приборов.

Забезинский Аркадий Давидович - кандидат технических наук. Член Международной гильдии профессионалов качества, помощник генерального директора ОАО «ЛОМО» по системе обеспечения качества () руководитель СКБ-20 ЛОМО (1962-..), один из авторов проекта «Топаз», участник Великой Отечественной войны

Зверев Виктор Алексеевич - доктор технических наук, профессор. Заслуженный деятель науки Российской Федерации. Заведующий кафедрой специальных оптических приборов (1989), заведующий кафедрой теории оптических приборов (1990-96). Профессор кафедры прикладной и компьютерной оптики. Лауреат Ленинской премии, лауреат премии Совета Министров СССР.

Виноградова Ольга Александровна - ведущий инженер «НПП ФОКУС», сфера деятельности – разработка и производство оптико-механических и оптико-электронных приборов различного назначения, координатор проекта Labor-Microscopes по разработке и созданию микроскопов и других оптических приборов

Ежова Ксения Викторовна — кандидат технических наук, доцент кафедры ПиКО, автор 100 работ.

Карасёва Ирина Аркадьевна - старший научный сотрудник УНЦ «Техническая оптика», специалист в области расчета оптических систем, автор ряда работ.

Карпова Галина Васильевна - кандидат технических наук, доцент кафедры ПиКО

Латыев Святослав Михайлович — доктор технических наук, профессор. Область научных интересов — теоретические основы конструирования, точность и юстировка оптических приборов. Заведующий кафедрой «Компьютеризация и проектирование оптических приборов» (1990-2012), декан факультета оптико-информационных систем и технологий (1996-2009). Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации (2002). Награжден медалями Ордена «За заслуги перед Отечеством II степени» (2000), «В память 300-летия Санкт-Петербурга» (2004). Автор более 130 публикаций

Мальцева Надежда Константиновна - к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедры «Системы и технологии техногенной безопасности» (2012-2018), директор научно-образовательного центра «Музей истории Университета ИТМО», ученый секретарь серий книг «Университет ИТМО: Годы и люди» и «Выдающиеся ученые Университета ИТМО». Лауреат Премии Правительства Санкт-Петербурга (2012).

Николаева Ю.С

Тимощук Ирина Николаевна - кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерной фотоники и видеоинформатики. Автор более 60 научных работ.

Точилина Татьяна Вячеславовна — кандидат технических наук, доцент кафедры ПиКО, заместитель начальника управления магистратуры, член УМО, руководитель Регионального отделения (Северо-Западный регион) Межвузовской комиссии Всероссийской студенческой олимпиады по Оптотехнике. Награждена медалью «За преданность науке»

Трындин Евгений Николаевич – старший научный сотрудник Политехнического музея (Москва), ныне здравствующий потомок старинного старообрядческого рода Трындиных, основателей оптико-механической фирмы Трындиных.

Фролов Дмитрий Николаевич - кандидат технических наук, занимается исследованиями в области микроскопии. Начальник конструкторского бюро микроскопии, главный конструктор направления (до 2009 года) ЛОМО, в настоящее время технический директор «НПП Фокус», осуществляет техническую поддержку проекта Labor-Microscopes по разработке и созданию микроскопов и других оптических приборов. Автор 90 научных трудов, из них более 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения РФ

Чухламов Антон Викторович — аспирант кафедры ПиКО Университета ИТМО, Участник Science Slam ITMO University 2.0 2016 года, занимается вопросами стабилизацией изображения, оптимизацией параметров телевизионной камеры и технологией детектирования.

Юдовина Татьяна Сергеевна - член Оптического общества им. Д.С. Рождественского, автор ряда публикаций.

Оглавление

Вступительное слово

Васильев В.Н., Зверев В.А., Тимощук И.Н. Творцы астрономического приборостроения России 5

Латыев С.М., Тимощук И.Н. История создания основ производства оптического приборостроения в России..... 31

Трындин Е.Н. Фирма «Е.С. Трындина Сыновей» 53

Виноградова О.А., Фролов Д.Н. Исторический аспект создания и развития оптики микроскопа.....71

Николаева Ю.С., Чухламов А.В. Телескопы XIX–XX веков и перспективны развития в XXI веке.....80

Ежова К.В. Исторический аспект создания и развития оптических систем переменного увеличения гражданского и военного назначения103

Карасёва И.А., Карпова Г.В. Широкоугольные объективы профессора М.М. Русинова 123

Юдовина Т.С. Об издании «Избранных трудов» академика Д.С. Рождественского 147

Зверев В.А. Алгоритм В.В. Бобашова управления формообразованием оптических поверхностей крупногабаритных деталей методом притира по площади 153

Бурбаев А.М., Точилина Т.В. Закон преломления и решение задач юстировки оптических приборов 165

Зверев В.А. Базовая кафедра на промышленном предприятии 177

Забежинский А.Д. Таких людей не забывают – НЕ ДОЛЖНЫ ЗАБЫВАТЬ! 189

Мальцева Н.К. Музей истории Университета ИТМО – учебный и научно-исследовательский центр университета..... 198

Заключение 219

Информация об авторах220

Зверев Виктор Алексеевич

Мальцева Надежда Константиновна

История и современность Университета ИТМО

«Опtotехника и оптическое приборостроение»

Часть III

Под общей редакцией

члена-корреспондента Российской академии наук В.Н.Васильева

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Лицензия ИД №

Заказ №

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати 2.02.2020 Тираж 100 экз. Печать цифровая

Центр распределенных издательских систем Университета ИТМО

199034, СПб. Биржевая линия, 16

Тел. +7(812) 915-1454

zakaz@tibir.ru

Редакционно-издательский отдел
Национального исследовательского университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49