



Инфракрасная навигация в годы войны



Борис ЛЁВИН
Boris A. LIEVIN

Игорь КУДРЯВЦЕВ
Igor E. KUDRIAVTSEV



Игорь ОВЧАРОВ
Igor V. OVCHAROV

Лёвин Борис Алексеевич — доктор технических наук, профессор, ректор МИИТ, Москва, Россия.
Кудрявцев Игорь Евгеньевич — кандидат экономических наук, первый заместитель генерального директора ВЭИ, Москва, Россия.
Овчаров Игорь Валентинович — кандидат технических наук, начальник управления ВЭИ, Москва, Россия.

Infrared Navigation during the War
(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 262)

Первые образцы отечественных инфракрасных (ИК) навигационных приборов были созданы в конце 30-х годов XX века в НИИ-9 (Ленинград) и ВЭИ (Москва). С начала 1941 года организован их выпуск для флота и авиации, о чем подробно рассказывает статья. В послевоенное время это направление продолжало развиваться. В результате сейчас российские системы визуализации способны охватить весь диапазон электромагнитных волн.

Ключевые слова: инфракрасная техника, навигация, фотоэлектроника, электронно-оптический преобразователь.

В журнальных публикациях не раз подчеркивалось, что усилиями отечественных ученых успешно развивается геоинформатика транспорта, возникшая на стыке геодезии, геоинформатики и навигации [1]. Безусловно, для поиска путей дальнейшего прогресса [3] этого направления в год 70-летия Победы очень полезно обратиться к его истории.

ВО ВСЕЙ СВОЕЙ ИНФРА-КРАСЕ

Рассмотрим зарождение отечественной ночной военно-транспортной навигации в годы Великой Отечественной войны. Такая навигация была основана на использовании ИК-лучей диапазона от 0,8 до 1 мкм [4].

В довоенные годы во Всесоюзном электротехническом институте (ВЭИ) сформировалось научное направление в области фотоэлектроники, во главе которого стоял профессор П. В. Тимофеев. Разрабатывались отечественные фотоэлементы, телевизионные трубки, фотоэлектронные умножители и многое другое. Из стен ВЭИ осуществлялись первые в стране телевизионные передачи. Одновременно и не менее плодотворно развивалась и ленин-

градская школа фотоэлектроники, ярким представителем которой был инженер НИИ-9 В. И. Красовский [5].

Важным этапом стало создание почти синхронно в ВЭИ и НИИ-9 (ныне ОАО «НИИ телевидения») отечественного электронно-оптического преобразователя (ЭОП). Этот прибор, изобретенный сотрудником фирмы Philips Холстом де Бургосом в 1934 году, позволял видеть в полной темноте с подсветкой ИК-лучами.

Вскоре эта тематика исчезла из открытой печати: началось предвоенное соревнование ведущих держав в области ночного видения. П. В. Тимофеев и В. И. Архангельский при участии В. И. Красовского предложили оригинальную, компактную и технологичную конструкцию — ЭОП Ц-1 (основная модель) и Ц-2 (малогабаритная модель). Они применялись вплоть до 1945 года (рис. 1).

В 1938 году под руководством П. В. Тимофеева был создан макет морского прибора ночного видения, чуть позже комплекс приборов для морской навигации. С его помощью решались следующие задачи:

- замена видимых навигационных и створных огней невидимыми инфракрасными;
- обеспечение совместного плавания кораблей при полной светомаскировке;
- визуальная секретная связь между кораблями и береговыми точками.

Для этих целей были разработаны и приняты на вооружение на флоте пеленгатор «Омега-ВЭИ», бинокль «Гамма-К» и аппаратура для



Рис. 1. ЭОПы типа Ц-1. 1942 г.



Рис. 2. Морской ИК-пеленгатор «Омега-ВЭИ» на репитере gyroкомпа. 1942 г.

совместного плавания «Огонь». Ещё до войны они с интересом и пониманием встречены руководителями государства. К началу военных действий на Черноморском флоте уже имелось 15 ИК-пеленгаторов «Омега-НИИ-9», к ноябрю 1941 года к ним добавилось еще 18. Корабельный ночной пеленгатор был предназначен для обнаружения и пеленгования, скрытых от противника, невидимых простым глазом навигационных огней.

Ниже приведены краткие характеристики (табл. 1) основных типов приборов ночного видения (ПНВ) для морской и воздушной навигации (источник: личный архив В. И. Архангельского).

«Омега НИИ-9». Корабельный пеленгатор для пеленгования инфракрасных огней. Разра-

Таблица 1

	Омега НИИ-9	Омега ВЭИ	Гамма ВЭИ	Гамма-К		Дельта	Жук
				Первая труба	Вторая труба		
Точность пеленгования	± 15′	± 15′					
Поле зрения	10°	10°	20°	20°	7°20′	22°	10°
Угловая разрешающая способность	4′	3,5′	7′	7′	2,5′	10′	4′
Увеличение	2,4 ^x	3,6 ^x	от 1,8 ^x до 3,6 ^x	1,8 ^x	4,9 ^x	1,1 ^x	2 ^x
Тип электронно- оптического преобразователя	Ц-1-37 («стакан Холста»)	Ц-1	Ц-1	Ц-1		Ц-2	Ц-1
Питание автономное от аккумулятора	2,5 В	2,5 В	2,5 В	2,5 В		27 В (от сухой батарей)	2 НКН-10
Вес прибора наблюдения			1,25 кг	1,25 кг		600 г	
Вес прибора с блоком питания			4,3 кг	4,3 кг		1,4 кг	2,23 кг
Диаметр выходного зрачка							25 мм





ботан в НИИ-9 в 1939-1940 гг. Принят на вооружение в 1940 году, но на серийном производстве не был из-за начала войны. Приборы опытной серии применялись при обороне Севастополя. Имел приспособление для установки на магнитный компас и репитеры гирокомпасов «Курс П» и «ГУ».

«Омега ВЭИ». Корабельный пеленгатор для пеленгования по инфракрасным береговым огням. Разработан в ОКБ при ВЭИ в 1941-1942 гг. Был принят на вооружение в ВМФ. Имел приспособление для установки на магнитный компас и репитеры гирокомпасов различных типов (рис. 2).

«Гамма ВЭИ». Ручной бинокль для поиска и наблюдения за инфракрасными огнями. Разработан в ОКБ при ВЭИ в 1941-1942 гг. Был принят на вооружение в ВМФ. Как опытный прибор применялся в инженерных войсках и авиации.

«Гамма-К». Ручной комбинированный бинокль для определения по створу инфракрасных огней. Разработан в ОКБ при ВЭИ в 1944 году. Был принят на вооружение в ВМФ. Имел две трубы. Одна служила для поиска огней и удержания их в поле зрения. Вторая труба служила для определения по створу.

«Дельга». Инфракрасный наголовный прибор-бинокль для лётчика. Был разработан в ОКБ при ВЭИ в 1944-1945 гг.

«Жук». Разработан в ОКБ при ВЭИ в 1942 году. Цель прибора: обнаружение самолёта в воздухе по инфракрасному излучению патрубков мотора и прицеливание по нему. Предназначался для самолётов-истребителей.

«Огонь-К». Аппаратура для обеспечения совместного плавания катеров при полной светомаскировке. Был разработан в ОКБ при ВЭИ в 1945 году. Принят на вооружение в ВМФ. Давал возможность следить за соседним катером и определять дистанцию до него. Комплект аппаратуры, устанавливаемый на катере, состоял из двух фонарей, расположенных на высоте 3 м, один над другим.

«БОЙЦЫ НЕВИДИМОГО ФРОНТА»

В декабре 1941 года ряд специалистов НИИ-9 и завода «Светлана» во главе с В.И. Красовским были эвакуированы из Ленинграда и направлены в ВЭИ и на Московский электроламповый завод.

По постановлению Государственного комитета обороны от 15 мая 1942 г. № 1755сс в столице создано Особое конструкторское бюро

(ОКБ-1) во главе с В.Г. Бирюковым. Главным инженером назначили П.В. Тимофеева. В задачи ОКБ-1 входили конструирование специальных электровакуумных приборов и аппаратуры, исследования и разработки по светотехнике, электронно-лучевым трубкам, прожекторной технике.

В 1943 году, когда появилась достаточно прочная научно-техническая и производственная база, а приборы получены в нужном количестве, командование ВМФ признало ИК-огни основным средством ограждения. Применение их позволило сделать фарватеры невидимыми для противника. Было отмечено, что никто не обстреливал фарватер, когда там горели ИК-огни.

Значительные результаты были достигнуты при ночном минировании и разминировании с использованием ИК-приборов, опытное применение они нашли в авиации, танковых войсках, для стрелкового оружия [6, 15].

Далее приведены материалы исследований и разработок ОКБ-1 в 1944-1945 годы, которые наглядно показывают, на каком высоком научно-техническом уровне они проводились.

Ведущими авторами разработок были В.Г. Бирюков, П.В. Тимофеев, В.И. Архангельский, В.И. Красовский, Е.С. Ратнер, М.М. Ческис (лауреаты Сталинской премии 1946 года за создание ИК-приборов), а также В.В. Сорокина, М.М. Бутслов, М.С. Юров, П.Р. Смирнов, К.А. Юматов, С.В. Юдкевич, Г.М. Топчиев, Е.Г. Кормакова, И.Н. Зайдель и многие другие [15].

Итак, факты из архивных отчетов и справок.

- *«Была разработана, собрана и испытана лабораторная схема питания ЭОП на напряжение 25 кВ. Разработана и изготовлена фокусирующая система для ЭОПов, работающих при высоких напряжениях. Начата работа по испытанию ЭОПов при различных масштабах электронного изображения. Приступили к изготовлению стабильного блока для питания ЭОПов».*

- *«Разработан, сконструирован и изготовлен образец усовершенствованного ИК-бинокля типа «Гамма» с встроенным блоком питания и улучшенными параметрами. Разработан и изготовлен образец легкого индивидуального прибора ночного видения, предназначенного для ближней ночной разведки и снабженного собственным осветителем. Разработан и изготовлен макет переносного прибора дальнего видения с собственным осветителем. Разработан, рассчитан и сконструирован ИК-пеленгатор для иштурман-*

ской службы ВМФ, по полю зрения более чем в два раза превосходящий существующий прибор «Омега». Новый прибор заменит на кораблях ВМФ одновременно приборы «Омега» и «Гамма».

- «Проводилось систематическое наблюдение за эксплуатацией приборов «Омега», «Гамма» и «Огонь 44» на кораблях и в частях Черноморского флота. При этом один представитель ОКБ был на море постоянно и одновременно консультировал в нужных случаях личный состав кораблей по вопросам использования указанных приборов.

На основе этих работ была разработана группа инструктивных материалов: составлены временные инструкции пользования аппаратурой «Огонь-44», «Огонь-К» и «Огонь-М», совместно с ГУ ВМФ написаны «Правила штурманской службы» для аппаратуры совместного плавания «Огонь». В Балтийском флоте проведены устные занятия с командирами кораблей эскадры. Оказано содействие Научно-исследовательскому гидрографическому штурманскому институту (НИГШИ ВМФ) в оборудовании ИК-техникой учебного штурманского кабинета».

Мы видим четкий системный подход к решению проблемы ночной навигации: научные основы — технология производства важнейших комплектующих — массовый выпуск — подготовка пользователей.

- «Разработаны приборы для обеспечения совместного плавания катеров и малых кораблей, проведены морские испытания этих приборов на объектах двух типов, во время которых изучены условия использования ИК-техники для этих целей. На основании полученных материалов разработаны конструкции серийных образцов приборов и ТТЗ, согласованные с работниками НИГШИ ВМФ и с ГУ ВМФ».

Проводились эксперименты по созданию ЭОПов с радиоактивным питанием. Были созданы специальные измерительные приборы. Исходя из теоретических расчетов определено минимальное количество радиоактивных веществ, необходимых для построения источника питания для ЭОПов. К счастью, дальнейшего развития эти работы не получили.

В ВМФ для работы с приборами «Гамма» и «Омега» использовались имеющиеся на флоте штатные средства навигационного оборудования: маяки, ацетиленовые и керосиновые фонари и другие источники. ИК-фильтры выполнялись из стекла КС-13, которое выпускалось по разработанным ОКБ техусловиям. Стекло имело три класса по про-

пусканию, от 0,22 до 0,39. Дальность видимости этих огней в приборы «Гамма» и «Омега» составляла 4–10 км для ацетиленовых огней, 20–25 км для классных маяков и 30–35 км при требуемой тактическими условиями степени маскировки видимого света.

- «Были изготовлены, отъюстированы и отградуированы переносные ИК-фотометры для фотометрирования ИК осветительных средств и измерения эффективного пропускания маскировочных светофильтров. Один экземпляр такого фотометра передан заводу № 686, на котором были организованы измерения. Разработан, сконструирован и изготовлен специальный фотометр малых яркостей, предназначенный для фотометрирования экранов ЭОПов различных типов. Налажены измерения констант оптического стекла, применяемого в оптике электронно-оптических приборов».

- «Исследованы спектральные характеристики ИК-светофильтров всех имеющихся типов и экспериментально получены средние значения спектральной чувствительности ЭОПов отечественного серийного производства. С помощью указанных выше данных установлены значения маскирующей способности и эффективного пропускания ИК-светофильтров для изучения ламп накаливания различных типов и различной цветовой температуры, а также дуговых и других источников ИК-лучей. Разработана методика определения оптимальных параметров источников ИК-лучей для ИК осветительных и сигнальных приборов в зависимости от тактико-технических требований. Исследованы типы осветительных и сигнальных приборов и материалы для их построения. Получены необходимые данные для расчета ИК светотехнических устройств с оптимальным использованием веса и габаритов по заданным значениям дальности действия и маскировки».

- «На основании результатов войсковых испытаний аппаратуры «Огонь», проводившихся на Черноморском флоте по приказу наркома ВМФ, в связи с последовавшим заказом на крупную серию этой аппаратуры разработаны серийные рабочие чертежи аппаратуры, согласованные с Опытным заводом ВЭИ и заводами-поставщиками, изготовляющими в порядке кооперации отдельные элементы приборов. В чертежи аппаратуры внесены все изменения, рекомендованные комиссией по войсковым испытаниям.

На основе результатов испытания макетов фотометров в Каспийской экспедиции НИГШИ 1944 г. разработаны технические условия





на образец. Разработан, сконструирован и рассчитан фотометр, позволяющий производить измерение силы света средств навигационного оборудования и измерение прозрачности атмосферы как в ИК-части спектра, так и в отдельных областях видимого спектра. Изготовлена для НИГШИ партия таких фотометров в количестве пяти штук. Разработана методика измерения прозрачности атмосферы с помощью этих фотометров и подготовлено изготовление эталонных огней для этой цели. Начата организация фотометрической станции на Черном море в районе г. Батуми».

- «Проведено исследование автоэлектронной (холодной) эмиссии электронов с кислородно-цезиевых катодов и построены образцы кенотронов на 18-20 кВ».

- «Разработаны ЭОПы с электростатической фокусировкой. Максимальная разрешающая способность их 25-50 штрихов на 1 мм, а пороговая (при освещенности прибора «Мира» 1,5 лк) 10-15 штрихов на 1 мм. Разработан технологический процесс серийного изготовления этих ЭОПов. Сконструирована, изготовлена и собрана аппаратура для опытного серийного производства ЭОПов (собраны пять откатных постов, запаянные машины и другое оборудование). Изготовлены и исследованы первые образцы ЭОПов с электростатической фокусировкой».

- «Разработаны конструкция и метод серийного изготовления ЭОПов с магнитной фокусировкой электронов. Построены макеты приборов с этими ЭОПами». Руководителем работ по этому направлению был молодой тогда ученый Г. М. Топчиев. Следует отметить, что такие приборы были слишком громоздкими для оборонного применения».

«По договорам с ГВИУ КА разработаны и изготовлены 12 приборов ИК-видения с ЭОПами с электростатической фокусировкой четырех различных типов:

прибор «Мира» (очки для бойцов) — 3 шт.;

прибор «Мира» (командирский бинокль) — 3 шт.;

прибор «Вега 1» — 3 шт.;

прибор «Вега 2» — 3 шт.

Приборы «Вега 1» и «Вега 2» предназначаются для замены приборов типа «Альфа».

Произведено исследование сурьмяно-цезиевых катодов и построены первые образцы ЭОПов с ними. Детально изучены кислородно-цезиевые катоды, в результате чего установлена зависимость чувствительности, темнового тока и других параметров от толщины пленок, состав-

ляющих катод, и метода их нанесения. Установлена методика массового производства и контроля кислородно-цезиевых катодов».

- «Разработаны и изготовлены сульфидные люминофоры для ЭОПов. Яркость сульфидных люминофоров превосходит яркость виллемита, а инерция их значительно ниже. Люминофоры обеспечивают разрешающую способность не менее 10 штрихов на экране».

Всего за годы войны, по разным оценкам, было выпущено и поставлено на флот и в армию от 2 до 7 тысяч различных ИК-приборов. Участники работ награждены орденами и медалями, почетными грамотами. Созданные приборы получили высокую оценку адмиралов Кузнецова и Галлера, генералов Штеменко и Неделина, академиков Вавилова (рис. 3) и Лебедева [6].

В 1945 году учеными ОКБ-1 было проведено обследование мест разработки и производства приборов ИК-техники в Германии. Установлена система организации работ, номенклатура аппаратуры, поставлявшейся различным родам войск германских вооруженных сил, выявлены характерные особенности немецкой ИК-техники. Собран большой секретный архив по самым разнообразным разделам и сферам исследований. По документам, а также путем допроса немецких специалистов получены сведения о боевом применении аппаратуры, а также о намечавшихся новых разработках.

Доставленные в Москву многочисленные трофейные образцы были скомплектованы, смонтированы, отъюстированы и опробованы на лабораторной базе ВЭИ. Проведены предварительные лабораторные испытания немецких светофильтров, оптики, ЭОПов, блоков питания и их отдельных элементов, а также ряда приборов. Произведены поверочные расчеты немецкой оптики и установлена возможность воспроизведения наиболее интересных объектов на отечественном оптическом стекле. Параметры некоторых из трофейных приборов проверены в полевых условиях.

Был сделан официальный вывод, что ИК-техника, разработанная ОКБ-1 ВЭИ, не уступает немецкой [6, 15]. Это подтверждается и другими источниками [7,8]. В то же время с научной объективностью подчеркивалось, что «качество немецких материалов и культура производства отдельных деталей и приборов в целом значительно превышает таковые у советских приборов. Особенно следует обратить

внимание на высокое качество немецкого стекла, изоляционных материалов и селеновых выпрямителей».

В послевоенное время В. И. Красовский основал новое научное направление — применение ЭОПов в астрономии. П. В. Тимофеев и В. И. Архангельский до конца своих дней работали в ВЭИ, развивая как военную, так и гражданскую ИК-технику [9]. Их последователи, ученые ВЭИ В. И. Переводчиков, В. И. Ерёмин, Г. Г. Карлсен, О. И. Абрамов, И. В. Овчаров внесли свой вклад в развитие электронно-лучевых, лазерных технологий, гидрооптики, тепло-, радио-, флуоревидения [10].

В контексте новых направлений представляет интерес обобщающее исследование истории развития систем визуализации электромагнитных полей (СВЭП) в диапазоне от гамма-лучей [11] до радиодиапазона. Построение СВЭП разных спектральных диапазонов зачастую имеет много общего и перспективного [12]. Тема перспективна, в частности, для применения на беспилотных летательных аппаратах [13, 14]. С учетом этого ученые ВЭИ ведут разработки приборов, позволяющих обеспечить надежную защиту от несанкционированного проникновения на особо важные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лёвин Б. А., Матвеев А. С., Розенберг И. Н. Концепция геоинформатики транспорта // Мир транспорта. — 2011. — № 5. — С. 4-7.
2. Лёвин Б. А., Матвеев С. И., Железнов М. М., Розенберг И. Н. Успехи научно-образовательного центра «Геоинформатика и спутниковые технологии железнодорожного транспорта» (МИИТ-НИИАС) // Безопасность движения поездов: Труды четырнадцатой научно-практической конференции. — М., 2013. — С. 69-70.
3. Лёвин Б. А. Колесо истории и пути прогресса // Мир транспорта. — 2003. — № 1. — С. 3-4.
4. Приборы с электронно-оптическими преобразователями для видения в темноте при помощи инфра-красных лучей. Исп. Архангельский В. И. — М.: Архив ВЭИ, инв. № 1423, 1943. — 74 с.
5. Тёмный В. В. Приборы ночного видения в Великой Отечественной войне и после неё: история создания и применение // Юбилейная научная конференция, посвященная 65-летию Победы. — М.: ИИЕТ РАН, 2010. — С. 230-239.
6. Тимофеев П. В. и др. Инфракрасная техника. Обзор работ ОКБ при ВЭИ для ЦК ВКП (б) и Наркомата элек-



Рис. 3. Обсуждение научных вопросов ночного видения.

На снимке (слева направо): Н. Г. Тагер, С. И. Вавилов, П. В. Тимофеев, Я. М. Голдовский.



Рис. 4. Приборы ночного видения ОКБ-1, выпущенные Опытным электромеханическим заводом ВЭИ. 1942-1945 гг.

тропромышленности. — М.: Архив ВЭИ, инв. № 515, 1945. — 174 с.

7. Хадсон Р. Инфракрасные системы: Пер. с англ. — М.: Мир, 1972. — 534 с.

8. Овчаров И. В., Тимофеев Ю. П. Отечественные (ВЭИ) и зарубежные разработки по инфракрасной технике периода Второй мировой войны // История науки и техники. — 2011. — № 2. — С. 44-47.

9. Borisov, V. P., Kudriavtsev, I. E., Ovcharov, I. V., Panibratets, A. N. Post-war medical use of infrared devices in the USSR / Technology in times of transition. 41st ICONTES symposium, Brasov, Romania, 2014. — pp. 229-232.

10. Травин Л. В. Флагман отечественной электротехники. ФГУП ВЭИ 90 лет. — М.: Три квадрата, 2011. — 344 с.

11. Рухадзе А. А., Уруцкоев Л. И., Филиппов Д. В. О возможном магнитном механизме аварии реактора РБМК-1000 на ЧАЭС // Прикладная физика. — 2004. — № 3. — С. 15-27.

12. Бугаев А. С., Ивашов А. И., Ивашов С. И., Лёвин Б. А., Недорчук Б. Л., Разевиг В. В. Использование эффекта поляризации отраженного света для бесконтактной диагностики железнодорожных рельсов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. — 2013. — № 4. — С. 56-68.

13. Лёвин Б. А., Бугаев А. С., Ивашов С. И., Разевиг В. В. Дистанционно-пилотируемые летательные аппараты и безопасность пути // Мир транспорта. — 2013. — № 2. — С. 152-157.

14. Лёвин Б. А., Иньков Ю. М., Овчаров И. В. К истории тепловизионного мониторинга наземной обстановки // Мир транспорта. — 2014. — № 3. — С. 230-237.

15. ВЭИ. Всё для фронта, всё для победы. — М.: Буки Веди, 2015. — 268 с.

Координаты авторов: Лёвин Б. А. — tu@miit.ru, Кудрявцев И. Е. — commers@vei.ru, Овчаров И. В. — igor49-10@rambler.ru.

Статья поступила в редакцию 16.03.2015, актуализирована 18.05.2015, принята к публикации 20.06.2015.

