



ВОЛНЫ МОРСКИЕ И ВОЛНЫ ИНФРАКРАСНЫЕ: 90 ЛЕТ НАЧАЛУ РАЗРАБОТОК ПО ИК-ТЕПЛОВИДЕНИЮ В РОССИИ

В.В.Старцев, А.В.Наумов, "ОБК Астрон", Моск. обл., г. Лыткарино

Между началом отечественных разработок приборов для тепловидения кораблей и современным приборостроением ночного видения лежат девять десятилетий. Условия работы военной ИК-техники диктуют жесткие требования к конструкции оптических устройств построения изображений. В статье кратко представлена история развития отечественной ИК-техники.

2017 год – год тихого юбилея: исполнилось 90 лет с момента начала разработки и производства приборов в области ИК-тепловидения для военно-морского флота России.

До Великой Отечественной войны в СССР весьма серьезно занимались ИК-системами. Информация об оригинальных практических разработках достаточно хорошо известна до 20-х годов прошлого века. Но с середины 30-х годов из открытой печати полностью исчезли публикации по ИК-технике. Началось первое соревнование великих держав – Англии, СССР, Германии и США – в области ночного видения. Может быть, именно эти факты объясняют то, что сегодня эта дата практически не замечена. Принято считать, что в этом вопросе лидировали немецкие и американские ученые и инженеры. Однако советские ученые начали разработки еще до войны, а советские войска во время войны применяли как ИК-приборы ночного видения (ПНВ) различных типов, так и тепловизоры собственных разработок.

ДОВОЕННЫЕ ИК-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

Работы по использованию тепловидения для ВМФ по данным Российского государственного архива ВМФ (РГА ВМФ, ф. р-864) начались в 1927 году в Ленинграде. Там существовал Отдел специальной аппаратуры (ОСА) Центральной радиолaborатории (ЦРЛ) завода имени Коминтерна, оснащавший радиоаппаратурой военные корабли и гражданские суда еще со времени изобретения А.С.Попова. Первые опыты проводились под руководством С.И.Покровского (Военно-морская академия), Б.П.Козырева (Ленинградский электротехнический институт), и В.А.Гурова (ЦРЛ). Проведенные исследования подтвердили возможность обнаружения кораблей в темное время суток благодаря излучаемому ими тепловому излучению. Работа была поручена Всесоюзному электротехническому институту, находящемуся в Москве, ее возглавил профессор Московского государственного университета и по совместительству сотрудник ВЭИ Вениамин Грановский. Приборами ночного видения занимались инженеры П.В.Тимофеев и В.И.Архангельский, а также академики С.И.Вавилов и А.А.Лебедев из ленинградского Государственного оптического института. С 1935 года в лаборатории В.И.Архангельского началась разработка ПНВ на основе электронно-оптических преобразователей (ЭОП). Такой преобразователь в ту пору состоял из "фотокатода, испускающего электроны при освещении





Академики С.И.Вавилов и А.А.Лебедев, ГОИ,
1940 год

П.В.Тимофеев

В.И.Архангельский

Проф. В.А.Грановский

Академик
Л.А.Арцимович

его инфракрасным светом, и люминесцирующего экрана, светящегося видимым светом при ударе об его поверхность электронов, излучаемых фотокатодом". Объект наблюдения освещался инфракрасным прожектором. Подобные работы велись и за рубежом, но технология производства ЭОП не раскрывалась. В.И.Архангельский, П.В.Тимофеев и их соратники самостоятельно весьма успешно решали задачи получения полупрозрачных фотокатодов, экранов, источников питания и т.д. [1].

П.В.Тимофеевым и В.И.Архангельским была предложена простая оригинальная и технологичная конструкция ЭОП типов Ц-1 и Ц-2, массовое производство которых началось уже в годы Великой Отечественной войны. В организации производства принимали участие В.В.Сорокина, Е.Г.Кормакова, М.М.Бутслов и ряд других сотрудников ВЭИ. Всероссийский электротехнический институт им. В.И.Ленина (ВЭИ) был создан в 1921 году и осуществлял фундаментальные, поисковые и прикладные исследования по основным направлениям электротехники и электроники.

Теплопеленгаторы применялись в 30-х годах для охраны территории базы радиоуправляемых торпедных катеров. В 1932-1934 годах были созданы экспериментальные теплообнаружители с зеркалом 1.5 м на термозаэлементе, которые неоднократно испытывались по военным кораблям в интересах Военно-Морского Флота. В июне - июле 1934 года на одном из фортов Кронштадта, а затем на борту линейного корабля "Марат" были проведены разносторонние испытания по обнаружению торговых судов и кораблей Балтийского флота. В результате испытаний дальность обнаружения составила: торгового судна 8-9 км; сторожевого корабля 12-16 км; эскадренного миноносца 16-22 км; подводной лодки в надводном положении 3-4 км; парового катера 4-5 км;

точность пеленга 1-1,5°. В 1935 году было дано задание на разработку опытных образцов теплопеленгаторной аппаратуры для ВМФ. Наблюдение и руководство работой было возложено на Научно-исследовательский морской институт связи и телемеханики (НИМИСТ) ВМФ. В течение года проводились научно-исследовательские работы. В 1936 году были испытаны три теплопеленгаторные станции БТП-36, изготовленные Всесоюзным электротехническим институтом (ВЭИ), и приняты на вооружение ВМФ.

Во время проведения осенних учений КБФ в 1936 году в качестве объекта обнаружения был использован сторожевой корабль "Тайфун". Испытания прошли успешно. На Северном флоте с 1938 года при сдаче в эксплуатацию БТП-36, установленных при входе в Кольский пролив (Цып-Наволок, Сеть-Наволок), были проведены специальные учения с использованием теплопеленгаторной аппаратуры в условиях северных широт. Учение проводилось в ночное время, при плохой видимости (февраль), с использованием в качестве объекта обнаружения эсминца. Корабль выходил в море без отличительных огней, на разных курсовых углах и скоростях хода. Командование Северного флота дало положительную оценку проведенных испытаний БТП-36. Максимальная ошибка при определении курсового угла составляла при автоматической работе 0,2-0,3° и при ручном управлении - 0,25 тысячной дистанции. Корабельный вариант получил название "Уран". Первый действующий прибор установили на крейсере "Ворошилов" в 1940 году.

В 1939 году на флотах было установлено 9 береговых теплопеленгаторных станций (БТП-36). В эксплуатации они показали хорошие результаты, обнаруживая корабли на расстоянии от 4 до 14 миль при отсутствии видимости. В октябре 1939 года успешно прошел испытания на Черном море лабораторный макет уже автоматического



теплопеленгатора (АТП-40), созданный в НИИ-10, и на 1940 год заводу № 205 был выдан заказ на его корабельный образец.

За исследования по теплообнаружению и полученные результаты коллектив проф. В.А.Грановского (руководителя работы) в 1941 году был удостоен Государственной премии СССР.

ИК-ТЕХНИКА В ГОДЫ ВОЙНЫ

К началу войны Черноморский флот располагал 15 комплектами корабельных систем ночного видения. Командование флота перевело на "ИК-огни" вход в главную морскую базу – Севастополь. Противник, не видя ИК-лучей, не обстреливал фарватер. В 1943 году "ИК-огни" признаются основным средством ограждения фарватеров, а весь штурманский состав Черноморского флота обучается обращению с ИК-приборами [2].

К 1943 году все корабли Черноморского флота были оборудованы ИК-приборами для совместного плавания в строю. Командование Ленинградской военно-морской базы Краснознаменного Балтийского флота для обеспечения защиты блокированного Ленинграда со стороны залива использовало передвижную теплопеленгаторную станцию АТП-39. Весной 1942 года по заданию штаба спецстанция была установлена в районе Лисьего Носа и вела наблюдение за кораблями противника в секторе Петергоф – Кронштадт и, кроме того, контролировала проход по Северному фарватеру.

Только в 1944 году стало известно об использовании немецкой армией теплопеленгационной аппаратуры для обнаружения с берега морских целей (нагретые трубы английских кораблей с расстояний до 10 км). Позже стало известно, что немецкими войсками береговой обороны применялись инфракрасные теплопеленгаторы на длину волны 10 мкм с использованием болометрического эффекта. В этих приборах излучение от целей (корабли, катера и др.) собиралось параболическим зеркалом на зачерненной пластинке, нагревало ее, что приводило к возрастанию сопротивления. Момент изменения сопротивления свидетельствовал о нахождении корабля в поле зрения теплопеленгатора. Около ста таких приборов было изготовлено на заводе "Karl Zeiss".

В мае 1942 года при ВЭИ создается Особое конструкторское бюро во главе с В.Г.Бирюковым по разработке приборов ночного видения для флота, авиации, танковых и инженерных войск. Главным инженером ОКБ стал П.В.Тимофеев,

а В.И.Архангельский – ведущим конструктором и начальником лаборатории № 1 этого Бюро.

ВКЛАД КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА ФТИ В РАЗВИТИЕ ИК-ТЕХНИКИ В ГОДЫ ВОЙНЫ

Двумя эшелонами 8 из 18 лабораторий ленинградского ФТИ (около 70 сотрудников во главе с А.Ф.Иоффе) были эвакуированы в Казань из блокадного Ленинграда в самом начале войны. Вместе с другими институтами АН СССР они расположились на территории Казанского университета. В октябре обустройство было завершено и развернулись работы. Приборы ночного видения (видения) разрабатывались в тематической группе № 4 Казанской группы. ФТИ под руководством Л.А.Арцимовича. К концу 1942 (началу 1943 года) был создан ЭОП с сурьмяно-цезиевым катодом, ЭОП с уменьшением изображения и многокаскадные усилители света [3–4].

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Достоинным продолжателем традиций сегодня является ОКБ "Астрон". ОКБ "Астрон" с 2007 года проводит исследования и разработки в области инфракрасного излучения [5]. Основным направлением деятельности предприятия является разработка и производство тепловизионной и терагерцевой оптики, детекторов, а также приборов на их основе. Разработанные в ОКБ "Астрон" изделия используются во многих отраслях промышленности: нефтегазовом секторе, железной дороге, транспортном машиностроении и др. Товарный выпуск тепловизионных объективов составляет более 1200 единиц в год, с фокусным расстоянием 100 мм и выше. Многолетний опыт в производстве позволяет предприятию осваивать производство сложных и специальных приборов и оборудования. Так, ОКБ "АСТРОН" 26–27 июля 2017 года провел испытания мультиспектральной тепловизионной камеры для защиты инфраструктуры морских портов Черного и Баренцева морей. Межведомственная комиссия приняла образец изделия и рекомендовала для серийного производства. Характеристики мультиспектральной камеры превосходят имеющиеся зарубежные аналоги благодаря использованию не только, тепловизионного и видимого спектра излучения, но и использованию технологии активно-импульсного наблюдения. Эта технология позволяет вести наблюдение и распознавание объектов в условиях сильного тумана и испарений от поверхности воды на дистанциях до 8 км. Соединение в единый комплекс этих технологий



позволило не только обнаруживать морские цели в условиях густого тумана, но и проводить распознавание и идентификацию вплоть до считывания бортовых номеров кораблей.

С 2016 года все тепловизионные приборы для систем безопасности изготавливаются на предприятии на основе микроболометрических детекторов собственного производства Астрон-38425-1 и Астрон-64025-1 с размером чувствительных элементов матрицы 25 мкм. В 2017 году начат выпуск детекторов типа АСТРОН-384А17 АСТРОН-640А17, чувствительный элемент которого имеет размер 17 мкм [5].

В настоящее время ОКБ "Астрон" является единственным в России производителем тепловизионной техники, имеющим полный цикл производства: от выращивания оптического монокристалла германия и изготовления асферической оптики до производства детекторов,

блоков электронной обработки и законченных оптико-электронных приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Щелев М.Я.** Первооткрыватель пикосекундной электронно-оптической хронографии – Фотоника, 2013, № 3 (45), с. 86–102.
2. Электронный ресурс. Инфракрасные лучи на вооружении РККА. История создания Советской техники ночного видения/Под ред. С. Иванова. – The Russian Engineering. Режим доступа: <http://www.russianengineering.narod.ru/tank/russinfrarot.htm>.
3. **Мирошников М.М.** Инфракрасная техника в России. – Оптический журнал, № 12, 1992, с. 18–24.
4. **Пономаренко В.П., Филачев А.М.** Инфракрасная техника и электронная оптика. Становление научных направлений. – М.: Физматкнига, 2016.
5. **Старцев В.В., Попов В.К., Наумов А.В.** Мультиспектральный модуль обнаружения и анализа угроз для охраны протяженных объектов. – Фотоника, № 3 (63), 2017, с. 82–96.
6. **Старцев В.В.** ОКБ Астрон представляет первые отечественные матричные тепловизоры. – Национальная оборона, № 8, 2017, с. 60.

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЕ ИМПЛАНТЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Предприятие АО "НАУКА И ИННОВАЦИИ" в кооперации со специалистами Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина ведет работу по созданию высокотехнологичного цифрового производства имплантов нового поколения.

Учеными будет разработан принципиально новый подход к изготовлению металлоизделий для имплантации, который заключается в применении аддитивных технологий на базе послойного селективного лазерного плавления.

Полученные с использованием этого метода металлические компоненты смогут максимально восстанавливать исходную форму поврежденной кости пациента. Благодаря применению новой технологии для имплантов будут создаваться ячеистые материалы с заданной градиентной структурой, обладающие повышенной биомеханической совместимостью по сравнению с тра-

диционными металлическими материалами, что поможет уменьшить число повторных операций.

Новая технология впервые позволит перейти к персонализации при изготовлении отечественных имплантов и поможет значительно снизить их стоимость для российских пациентов, а также увеличит долю отечественных изделий в медицинской практике данной области.

"В результате успешной реализации проекта высокотехнологичные отечественные изделия медицинского назначения смогут на равных конкурировать, а по некоторым параметрам и превосходить лучшие зарубежные аналоги. Проект объединил специалистов различных направлений: ортопедов, специалистов челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургов, биологов, конструкторов, технологов, металлургов, специалистов по созданию сложных программных комплексов и специалистов

по организации и управлению высокотехнологичным производством," – уточняет руководитель проекта, Артемий Александрович Попов, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой термообработки и физики металлов Института новых материалов и технологий УрФУ.

Технология будет применима для изготовления конструкций для замещения костных дефектов, фиксаторов для остеосинтеза, при сращивании сложных переломов, металлоконструкций для эндопротезирования тазобедренного сустава, металло-композитных комплексов для индивидуальной имплантации челюстно-лицевой области.

Проект выполняется с использованием государственной поддержки в виде субсидии, выделяемой предприятию в рамках реализации Постановления Правительства РФ № 218 от 9 апреля 2010 г. (№ 03.Г25.31.0234).