



# NCRIEO.

## ПОРТРЕТ КОМПАНИИ

О.Милина, А.Шишкин



Северно-Китайский Исследовательский Институт Электрооптики (NCRIEO), основанный в 1956 году, является лидером в Китае по разработке и производству электронных компонентов и материалов, используемых в ИК-диапазоне. Кроме того, институт известен далеко за пределами своей страны благодаря высокому качеству выпускаемых изделий – матричным (FPA) и сканирующим линейным приемникам (TDI) ИК-диапазона. Компания NCRIEO производит широкий ряд дальномеров для различных применений.

Ведущий Северно-Китайский Исследовательский Институт Электрооптики (NCRIEO) образован в 1956 году. Постепенно, начиная с 1970 года, NCRIEO стал ведущим институтом в Китае по разработке и производству электронных компонентов и материалов, используемых в ИК-диапазоне.

NCRIEO расположен в Пекине, общая его площадь составляет более 70 000 м<sup>2</sup>. В стенах института трудятся 1200 сотрудников, в их числе академик Китайской инженерной академии, 32 профессора, 157 ведущих инженеров. Более четверти всех сотрудников института – молодежь, еще не достигшая 30 лет.

Опыт и квалификация сотрудников позволили институту успешно реализовать более 500 проектов (начиная с 1970 года) как государственных, так и международных, в области исследований фундаментального характера, в области медицины, космонавтики. Внедрение

Leading North China Research Institute of Electro-optics (NCRIEO) was established in 1956. Gradually, starting from 1970, NCRIEO became a leading Institute in China developing and producing electronic parts and materials used in IR band.

NCRIEO is located in Beijing, the total area occupied by the Institute comprises more than 70 000 m<sup>2</sup>. Its staff consists of 1200 officers, including a member of the Chinese Academy of Engineering, 32 professors, 157 senior engineers. More than one fourth is young people who are under 30.

The Institute implemented more than 500 projects (since 1970) both as national and international within researches of fundamental nature, medicine and space science owing to great experience and qualification of its officers. The implementation of project results contributed to modernization of military and civil industry. This made a strong contribution to development of national economics.

In 1998 a high quality of NCRIEO products was confirmed when the Institute gained ISO



результатов проектов способствовало модернизации военной и гражданской промышленности. Этим был внесен весомый вклад в развитие национальной экономики.

Высокое качество продукции NCRIEO было подтверждено в 1998 году, когда институт получил международный сертификат ISO 9001 - исследования, развития производства и осуществление строгого контроля качества. Сейчас институт предоставляет своим клиентам продвинутое технологии, качество которых подтверждают заказчики со всего мира.

Основные направления NCRIEO - разработка и изготовление компонентов ИК- и лазерной техники и их интегрирование в конечные изделия. Результаты разработок NCRIEO широко используются в разных областях науки и техники: в оборонной промышленности, фундаментальных исследованиях, прикладной науке, промышленных системах, в медицине и в обучающих тренажерах. Основные изделия:

- Лазерные кристаллы
- Твердотельные лазеры
- Лазерные дальномеры и лазерные целеуказатели (Laser rangefinders and laser designators)
- Материалы для ИК-детекторов: InSb и KPT
- ИК-модули - болометрические и охлаждаемые
- Электрооптические системы раннего предупреждения, разведки и обнаружения.

NCRIEO способен самостоятельно не только разрабатывать ИК- и лазерные приборы, но и серийно их производить. С учетом требований заказчика специалисты института могут разработать и реализовать уникальные конструкторские решения.

В 1972 году NCRIEO стал первым институтом в Китае, который начал заниматься производством ИК-детекторов. Были созданы две производственные линии с первоклассным оснащением для изготовления

9001 international certificate - researches, production development and strict quality control. Now Institute provides its clients with advanced technologies, which quality is confirmed by customers from around the world.

NCRIEO focuses on development and production of parts of IR and laser technologies and their integration into end-use products. NCRIEO development results are widely used in different areas of science and engineering: in defence industry, fundamental researches, applied science, industrial systems, medicine and training simulators. The prime products are the following:

- Laser crystals
- Solid-state lasers
- Laser rangefinders and laser designators
- Materials for infrared detectors: InSb and CdHgTe
- Infrared modules: bolometric and cooled
- Electro-optical early warning systems, detection systems and systems intelligence

NCRIEO is able both to develop IR and laser equipment and to make their batch production. The specialists of the institute can develop and maintain unique design

**Рис.1.** Охлаждаемый ИК-детектор, работающий в диапазоне 3,7-4,8 мкм  
Fig.1. The Cooled Infrared Detector Module, wave length 3,7-4,8 μm





детекторов, выполненных как на основе КРТ, так и на основе антимонида индия (InSb).

Сейчас Северно-Китайский Исследовательский Институт Электрооптики является лидером в производстве матричных (FPA) и сканирующих линейных приемников (TDI) ИК-диапазона.

**Основные тепловизионные изделия**

- Длинноволновый ИК-модуль на основе КРТ-детектора с разрешением 288×4 / 1024×6 пикселей
- Средневолновый ИК-модуль на основе КРТ-детектора с разрешением 320×256 / 640×512 пикселей

concepts taking into consideration the customer requirements.

In 1972 NCRIEO became the first Institute in China which started infrared detectors production. Two highly equipped product lines were constructed for production of detectors based on CdHgTe and InSb.

Nowadays North China Research Institute of Electro-optics is the leader in production of FPA and TDI linear detectors of IR band.

**Basic characteristics of thermal-imaging products:**

- Long wave infrared module based on CdHgTe detector under 288×4 / 1024×6 pixel resolution

Основные характеристики

Basic specifications

Модуль	NID-32	NID-64	NID-28	NID-10
Формат детектора, пикселей Resolution, pixels	320×256	640×512	288×4	1024×6
Шаг детектора, мкм Pixel pitch, μm	30×30	15×15	28×43	18×54
Диапазон спектральной чувствительности, мкм Spectral Response, μm	(3,7–4,8) ± 0,3		(7,7–10,0) ± 0,3	
Температурная чувствительность, мК NETD, mK	≤13 (F/2)	≤18 (F/2)	–	–
Средний Пик D*, см·Гц <sup>1/2</sup> /Вт Average Peak Detectivity D* (cm·Hz <sup>1/2</sup> /W)	–	–	≥2,0× (F/2)	≥2,3× (F/2)
Неоднородность, чувствительность, % Responsivity, Ununiformity, %	≤ 6	≤ 8	≤ 6	≤ 9
Микрокриогенная система Microcryogenic system	Роторный микроохладитель, работающий по циклу Стирлинга Stirling cycle rotary microcooler			Охладитель с разделением потоков, работающий по циклу Стирлинга Split Stirling cycle cooler
Масса, г Weight, g	≤ 650			≤2400 (без радиатора и драйвера / radiator and drive excl.)
Диапазон рабочих температур, °C Operation Temperature, °C	–40–60		–40–65	–40–55
Диапазон температуры хранения, °C Storage Temperature, °C	–55–71			

- Предоставление услуг по изготовлению изделий по техническим условиям заказчика.

**Тепловизионный модуль на основе КРТ**

Тепловизионный модуль состоит из матричного фотоприемного устройства, сосуда Дьюара и микрокриогенной системы охлаждения типа интегральный Стирлинг. Все узлы модуля разработаны и изготовлены в NCRIEO (рис.1). Основные характеристики модуля приведены в таблице.

**ЛАЗЕРНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ**

Компания NCRIEO производит широкий ряд дальномеров для различных применений. Среди них дальномеры серии LRF-ES, серии LRF-MR, миниатюрные дальномеры серии LRF-MN.

**Дальномеры серии LRF-ES** (рис.2) работают на длине волны, безопасной для глаз.

- Излучатель: длина волны 1,57 мкм; приемник: InGaAs лавинный фотодиод
- Особенности: прибор, безопасный для глаз человека, хорошо работает в тумане, имеет малые габариты и массу, обладает низким энергопотреблением
- Назначение: дальномер предназначен для ручного военного снаряжения и использования в автомобильном оборудовании или на кораблях. Диапазон измерений 5-25 км.

**Дальномеры серии LRF-MR** (рис.3) предназначены для работы на средних и дальних дистанциях.

- Излучатель: мощный лазер с высокой частотой повторения импульсов, излучающий на длине волны 1,064 мкм; приемник: кремниевый лавинный фотодиод
- Особенности работы: возможность измерений больших расстояний, высокая надежность и большой ресурс работы



- Medium wave infrared module based on CdHgTe detector under 320×256/640×512 pixel resolution
- Production of items under customer technical requirements service

**Рис.2.** Серия дальномера LRF-ES на безопасной для глаз длине волны  
Fig.2. Rangefinder LRF-ES series on an eye-safe wave length

**The Cooled Infrared Detector Module**

Thermal-imaging module consists of matrix photodetector (fig.1), Dewar vessel and microcryogenic system of cooling such as integrated Stirling. All module units are developed and produced at

**Рис.3.** Серия дальномеров для средних и дальних дистанций LRF-MR  
Fig.3. Rangefinder LRF-MR series for medium and long range





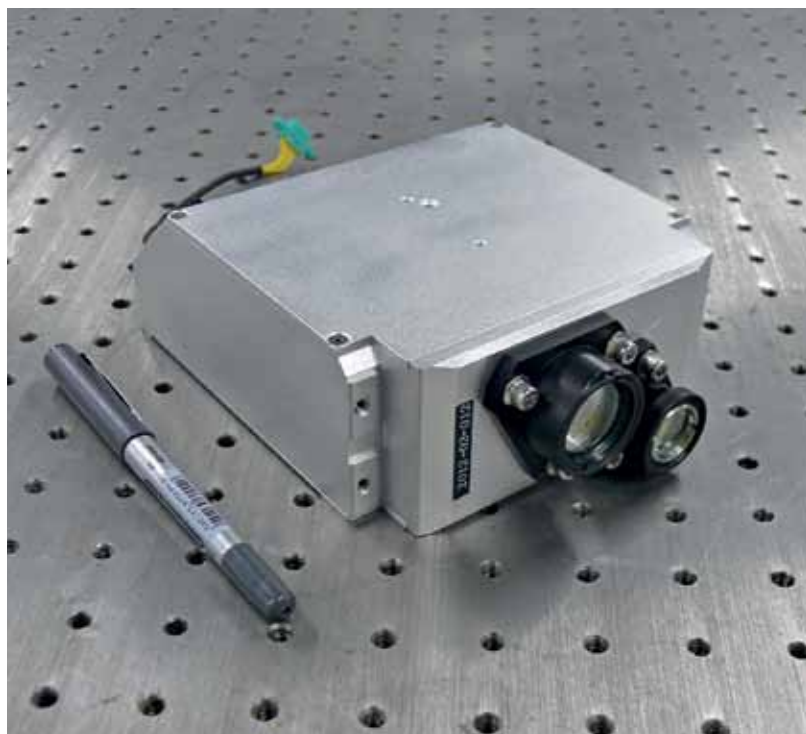


Рис.4. Серия миниатюрных дальномеров LRF-MN  
Fig.4. Mini rangefinder LRF-MN series

- Назначение: использование на автомобильной, судовой или воздушной электрооптической платформе.  
Диапазон измерения: 40 км

#### Серия миниатюрных дальномеров LRF-MN (рис.4)

- Излучатель: безопасная для глаза длина волны 1,57 мкм; приемник: InGaAs-лавинный фотодиод
- Особенности: безопасный для глаз человека, хорошо работает в тумане, малые габариты и масса, низкое энергопотребление и устойчивость к вибрации
- Назначение: предназначен для использования на беспилотных летательных аппаратах (БЛА) и вертолетах, в автомобильном оборудовании и носимом снаряжении военных
- Диапазон измерений: 3-5 км.

Статья предоставлена представителем NCRIEO в РФ – его эксклюзивным дистрибьютором – компанией "Лазерные компоненты" [www.lasercomponents.ru](http://www.lasercomponents.ru) 117105, Россия, г. Москва, Варшавское шоссе, 1. Тел./факс +7 (495) 269-40-22, [andrey@lasercomponents.ru](mailto:andrey@lasercomponents.ru)

NCRIEO. There are basic characteristics in the tabl.

#### LASER RANGEFINDERS

NCRIEO produces a wide range of different application range finders: Rangefinder LRF-ES series, Rangefinder LRF-MR series, Mini rangefinder LRF-MN series

**Rangefinder LRF-ES series** (fig.2) on an eye-safe wave length

- Radiant: eye-safe wave length – 1.57  $\mu\text{m}$ ;
- Receiving set: InGaAs avalanche photodiode.
- Features: eye-safe, operates in fog well, small size and weight, low power consumption.
- Purpose: for worn equipment of military officers and use in automotive equipment or ships.
- Measuring distance: 5-25 km

**Rangefinder LRF-MR series** (fig.3) for medium and long range

- Radiant: 1.064  $\mu\text{m}$  power laser with frequent pulse repetition
- Receiving set: siliceous avalanche photodiode
- Features: long ranges measuring capacity, high reliability and long operation life.
- Purpose: for usage on automobile, ship or air electro-optical platform.
- Measuring distance: ~40km

**Mini rangefinder LRF-MN series** (fig.4)

- Radiant: eye-safe wave length – 1.57  $\mu\text{m}$ ;
- Receiving set: InGaAs avalanche photodiode.
- Specifications: eye-safe, operates in fog well, small size and weight, low power consumption and vibration resistance.
- Purpose: for usage on unmanned aerial vehicles (UAV) and helicopters, automotive equipment and for worn equipment of military officers.
- Measuring distance: 3-5km

The article provided the representative of NCRIEO in Russia – its exclusive distributor – the company "Laser Components" [www.lasercomponents.ru](http://www.lasercomponents.ru) 117105, Russian, Moscow, Varshavskoe shosse, h.1. Tel./Fax.: +7 (495) 269-40-22, [andrey@lasercomponents.ru](mailto:andrey@lasercomponents.ru)



## ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПРЕЛОМЛЕНИЕ ДИРАКОВСКИХ ФЕРМИОНОВ В ГРАФЕНЕ

Эффект преломления света на границе раздела двух сред используется для изготовления линз телескопов и микроскопов, а в природе приводит к такому удивительному явлению, как радуга. Для большинства границ показатель преломления  $n$  больше нуля. При этом после пересечения границы параллельная ей компонента волнового вектора световой волны (а значит, и фазовой скорости волны) остается неизменной. Так как групповая и фазовая скорости сонаправлены, то меняется лишь угол между световым лучом и нормалью к поверхности (рис.1).

Около полувека тому назад советский физик В.Г.Веселаго предположил возможность существования материалов с отрицательными значениями диэлектрической ( $\epsilon$ ) и магнитной ( $\mu$ ) проницаемостей [Веселаго В.Г. – УФН, 1967, т. 92, с.517]. В них групповая скорость световой волны направлена противоположно фазовой. Если луч попадает в такой материал из "нормальной" среды, то параллельная границе раздела компонента групповой скорости световой волны поворачивается на сто восемьдесят градусов, то есть луч отклоняется от границы в другую сторону, нежели при  $n>0$ , что

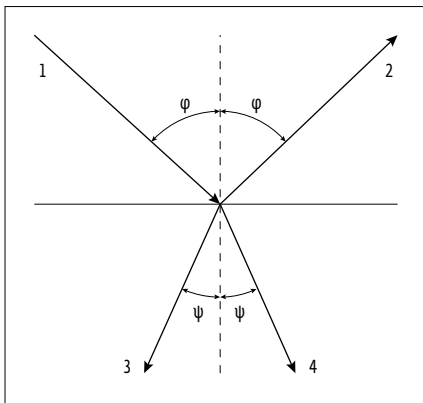


Рис. 1. Прохождение светового луча через границу с положительным (4) и отрицательным (3) показателем преломления

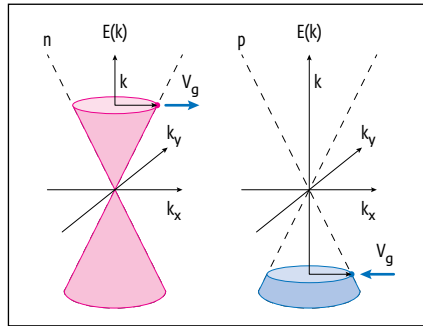


Рис. 2. Зонная структура графена ( $k$  – импульс электрона,  $V_g$  – его групповая скорость)

формально эквивалентно отрицательному коэффициенту преломления. Предсказанный Веселаго эффект наблюдается в так называемых метаматериалах – искусственных наноструктурированных веществах. Их можно использовать, в частности, для изготовления "линз Веселаго", фокусирующих свет от точечного источника в фокальную точку по другую сторону от границы.

В кристаллах с минимальным содержанием дефектов и примесей электроны могут перемещаться на сравнительно большие расстояния без рассеяния, то есть баллистически. Из корпускулярно-волнового дуализма следует, что движение электронов при этом подобно распространению световых лучей ("электронная оптика"), поэтому к ним тоже в принципе можно применить

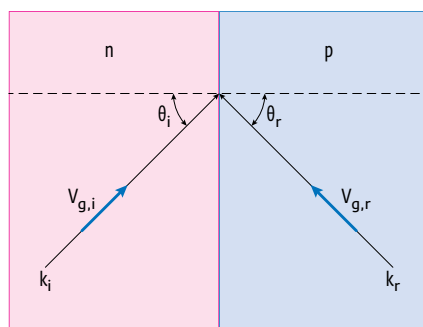


Рис. 3. Отрицательное преломление дираковских фермионов в p-n контакте

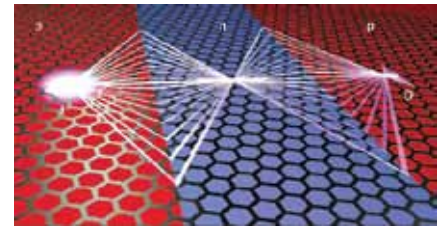


Рис.4. Линза Веселаго в графене (синие и красные области отвечают электронному и дырочному допированию, соответственно)

идею Веселаго об отрицательном преломлении. Но эксперименты с двумерным электронным газом к успеху не привели. Выручил графен. Недавно группа исследователей из Pohang Univ. (Южная Корея) обнаружила в нем отрицательное преломление дираковских фермионов [Lee G.-H. et al. – Nature Phys., 2015, v.11, p.925]. Как известно, зонная структура графена образована двумя пересекающимися в дираковской точке коническими зонами – электронной и дырочной. Скорость электрона параллельна его импульсу в электронной зоне и антипараллельна в дырочной (рис. 2). В полной аналогии с обычной оптикой при переходе электрона между p- и n-областями параллельная границе компонента импульса электрона сохраняется, а соответствующая компонента групповой скорости меняет знак (рис.3), то есть в p-n-контакте имеет место эффект отрицательного преломления электронов.

Его и наблюдали авторы работы, благо p-n-контакты в графене легко формируются электростатическим образом. А комбинация p- и n-контактов позволила им сконструировать электронную линзу Веселаго (рис.4).

По материалам заметки "Turn the other way", P.Makk, Nature Phys., 2015, v.11, p.894. Печатается с разрешения "Перст"