

Система высокоточного наведения на цель SHORAN

Разработка

В основе системы, ставшей известной как SHORAN (SHORAN – Short Range Navigation System) лежат идеи, возникшие в конце 30х годов у инженера американской фирмы RCA (Radio Corporation of America) Стюарта Сили (Stuart Seeley) в ходе



Логотип RCA, 1940е гг.

экспериментов с первыми телевизионными трансляциями. Исследование им причин появления т.н. «теней» (дублей) основного изображения на экранах телевизионных приёмников привело к выводам, что видеосигнал при определенных условиях можно использовать для быстрого и очень точного (с погрешностью до десятков метров) определения расстояния. Идея заинтересовала военных и в феврале 1941 RCA получила грант на разработку новой навигационной системы, первые испытания которой были проведены в августе 1942 г. в районе авиабазы Эггин, Флорида. Они оказались неожиданно хорошими. Бомбардировщику В-17 с высоты 14000 футов (ок 4200 м) удалось поразить 2 из 12 бомбами с песком цель площадью 900 кв. футов – деревянную пирамиду с квадратным основанием 30х30 футов (9х9 м) со средним отклонением для всех 12 бомб в районе 220 футов (~66 м). Повторные тестовые бомбометания с



Стюарт Уильям Сили

высоты 20000 футов (ок 6100 м) дали аналогичные результаты. В итоге они оказались лучше или сопоставимыми с теми, что получались при визуальном бомбометании в тех же условиях.

Несмотря на великолепные результаты, быстрому переходу от первых прототипов к массовому производству и поставок в войска помешало то обстоятельство, что первоначально существовало ошибочное мнение, что у англичан есть полностью аналогичная система (которую можно просто позаимствовать). Для разбирательства с этим вопросом летом 1942 г. в Великобританию была отправлена делегация во главе с подполковником ВВС США Р.Браннером (R. Brunner). Однако, на обратном пути самолет с членами делегации потерпел крушение. Плот с останками 23 пассажиров был найден три месяца спустя у берегов Южной Америки. Так как это были наиболее разбирающиеся и понимающие ценность новой системы офицеры, «продвигающие» её в ВВС, проект затормозился почти на год.

Только в марте 1943 с RCA был заключен контракт на поставку комплектов оборудования в войска, и в январе 1944 г., новая навигационная система, получившая первоначально обозначение SCR297-T2, была готова к испытаниям. Они были проведены в районе Бока Ратон, Флорида. Результаты показали, что точность определения положения цели составляет +50 футов. В сентябре 1944 г. первые комплекты начали передаваться ВВС США, а с декабря началось боевое применение, с успехом продолжавшееся до конца войны в Европе.

С.Сили за свой вклад в создание системы SHORAN уже гораздо позднее, в 1960 году, получил т.н. «Премия Магеллана» - старейшую награду США за научные достижения в области навигации.

Принцип работы и особенности системы SHORAN

В основу работы системы SHORAN положен принцип измерения расстояния между самолётом и наземной установкой с высокой точностью (менее 10 м). Расстояние измеряется благодаря аппаратуре, определяющей задержки при прохождении радиосигнала от самолёта к наземной установке и обратно. Зная скорость распространения радиоволны (ок 300000 км/сек) в вакууме, применяя к ней поправки на различные среды (воздух разной степени разрежённости и др.), и имея аппаратуру, умеющую фиксировать радиоимпульсы с точностью до долей микросекунд, можно определить точное расстояние от одного излучателя до другого. Имея 2 наземные установки с точными координатами, и зная точное расстояние до них, можно с высокой точностью определять положение самолёта в пространстве.

С точки зрения принципа работы система SHORAN не являлась чем-то новым. К моменту её ввода в строй (1944 г.) в Германии уже была разработана и применялась отдалённо похожая система «EGON-Kampf», а в Британии разработана и широко применялась с 1942 г. системы «Джи» («Gee»), «Гобой» («Goboi») и др. Метод определения положения по двум радиомаякам или РЛС известен в англоязычной литературе как «H-navigation» («Эйч-навигация»), а системы, использующие этот принцип – как «H-системы». SHORAN, таким образом, являлся типичной «H-системой», но при этом - наиболее совершенной из всех созданных до этого.

Уникальность системы SHORAN заключалась

а) в гораздо более высокой точности (круговое вероятностное отклонение при бомбометании - 180 футов или ок 60 м, в то время как тот же показатель, например, для системы «Гобой-III» составлял уже 700 футов или более 200 м, а для немецкой «EGON-Kampf» по непроверенным данным ещё выше – 250 м и более)

б) в возможности работы 1 наземной станции с 20 самолётами одновременно («Джи-Эйч» (GEE-H) – 5 самолётов, «Гобой» и немецкие системы - 1 самолёт).

Уникальной систему SHORAN делал также интегрированный с ней сверхсекретный электромеханический компьютер К-1 фирмы «Хэррис-Сейболд-Поттер» («Harris-Seybold-Potter»), выполняющий функции бомбардировочного прицела с автоматическим сбросом бомб (но использоваться система могла и без него).

Employment of Shoran by FEAF

Shoran is by far the most accurate method of instrument bombing of land targets. The average accuracies of the various instrument bombing systems used in the ETO and MTO are approximately as follows:

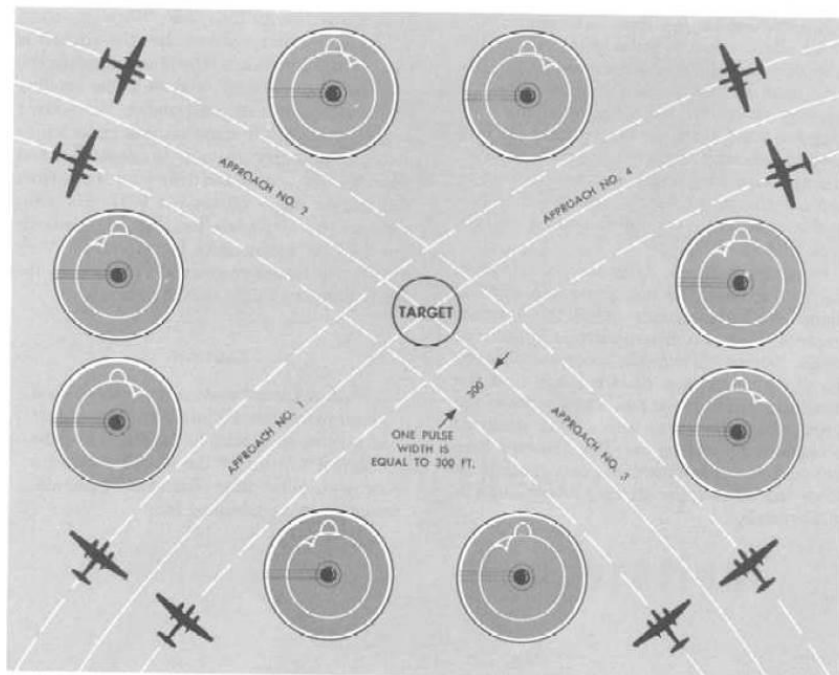
System	ETO	MTO	Conditions
H2X	13,000'	8,000'	HB at 20-25,000'
M-H	3,000'		HB at 20-25,000'
GEEH	3,000'		HB at 20-25,000'
Shoran	450'	600'	MB at 10-13,000'

Сравнение точности различных систем, применяющихся на бомбардировщиках на западноевропейском (ETO) и средиземноморском (MTO) театрах военных действий. Из меморандума Д. Григгса, эксперта по SHORAN, Дальневосточным силам ВВС (FEAF) июнь 1946 г.

	SHORAN	GEE-H	MICRO-H	OBOE MK II
Метод отслеживания	Система с двумя маяками. 2 обычных маяка на земле с дальномерным запросчиком и компьютером в самолете.	Система с двумя маяками. 2 маяка на земле. Запросчик дальности в самолете. Компьютера нет.	Система с двумя маяками. 2 обычных маяка на земле. Измерение дальности с помощью бортового радара H2X: данные могут быть переданы в бомбовый прицел. Mk I имеет приставку для измерения задержки на земле; Mk II в самолете.	Двойной запрос ответчика в самолете. Запросчики дальности на земле. Самолет отслеживается по дальности и путевой скорости с земли.
Управление полетом	Управление по PDI (Pilot Direction Indicator), показывающего скорость приближения и смещения от дуги	Голосовые указания пилоту	Голосовые указания пилоту или ручная привязка к автопилоту (manual AFCE tie in)	Звуковая индикация пилоту (тональные сигналы)
Отображение (в самолёте)	3-дюймовый круглый экран (J-score) с круговой развёрткой на 1/10/100 миль. Совмещение пиков. Круговая индикация.	Обычный «А»-дисплей системы Gee. Двойная индикация с импульсами (Normal Gee “A” scope. Double trace and strobes).	Обычный круговой экран радара H2X (PPI), разделенный на два сектора (Normal beacon presentation on PPI scope divided into 2 sectors.)	Отслеживание с наземных станций. Нет отображения в самолёте.
Бортовое оборудование	Компаратор, компьютер, индикатор, приёмник, передатчик. Общий вес 335 фунтов (ок. 152 кг)	Запросчик-ответчик и индикатор, 200 фунтов (91 кг)	Радар воздух-земля AN/APS-15(H2X), 500 фунтов (227 кг) + приставка для замера задержки сигнала, 10 фунтов (4,5 кг)	Приёмник, фильтр, наушники, 300 фунтов (136 кг)
Наземное оборудование	2 наземных радиомаяка, работающих без вмешательства человека	2 передающих станции для бомбометания, 3 для навигации. Работают без вмешательства человека.	2 радара AN/CPN-6, требуется минимальное вмешательство человека.	2 дальномерных запросчика и центр управления; требуется квалифицированный наземный персонал.
Используемые самолеты	Средние бомбардировщики	Средние и тяжелые бомбардировщики	Тяжелые бомбардировщики	Средние бомбардировщики
Максимальное кол-во обслуживаемых самолётов	20 бомбардировщиков для 1 пары станций, работающих по 20 целям.	5 бомбардировщиков для 1 пары станций, работающих по 5 различным целям.	50 бомбардировщиков/ 50 целей в случае варианта Mk II, ограниченное число в случае варианта MK I	1 самолёт каждые 15 мин против 1 цели
Бортовой оператор	Бомбардир	Штурман или оператор радара	Оператор радара	Пилот и второй пилот
Обучение оператора	2 недели для бомбардира и пилота	2 или 3 вылета для штурмана, знакомого с системой Gee	4 вылета для обычного оператора радара	10 часов на пилотном тренажёре
Статус (боевое применение)	Впервые применена 12 воздушной армией США в декабре 1944 г. 12 армия может оборудовать по 4 самолёта в 3х группах. 44 бортовых и 9 наземных комплекта в 9-й воздушной армии США	Впервые использована 8-й воздушной армией год назад. Эффективное использование в день «Д» (высадка в Нормандии) и против точек запуска ФАУ-1	Вариант Mk I – первое применение в ноябре 1944 г. 8-й воздушной армией, 5 маяков на континенте, 4 в Англии. Вариант MK II достигнет готовности в ближайшее время.	Первое применение 8-й воздушной армией в январе 1944 г. Сейчас используется в 9й воздушной армии (44 комплекта варианта Mk II)

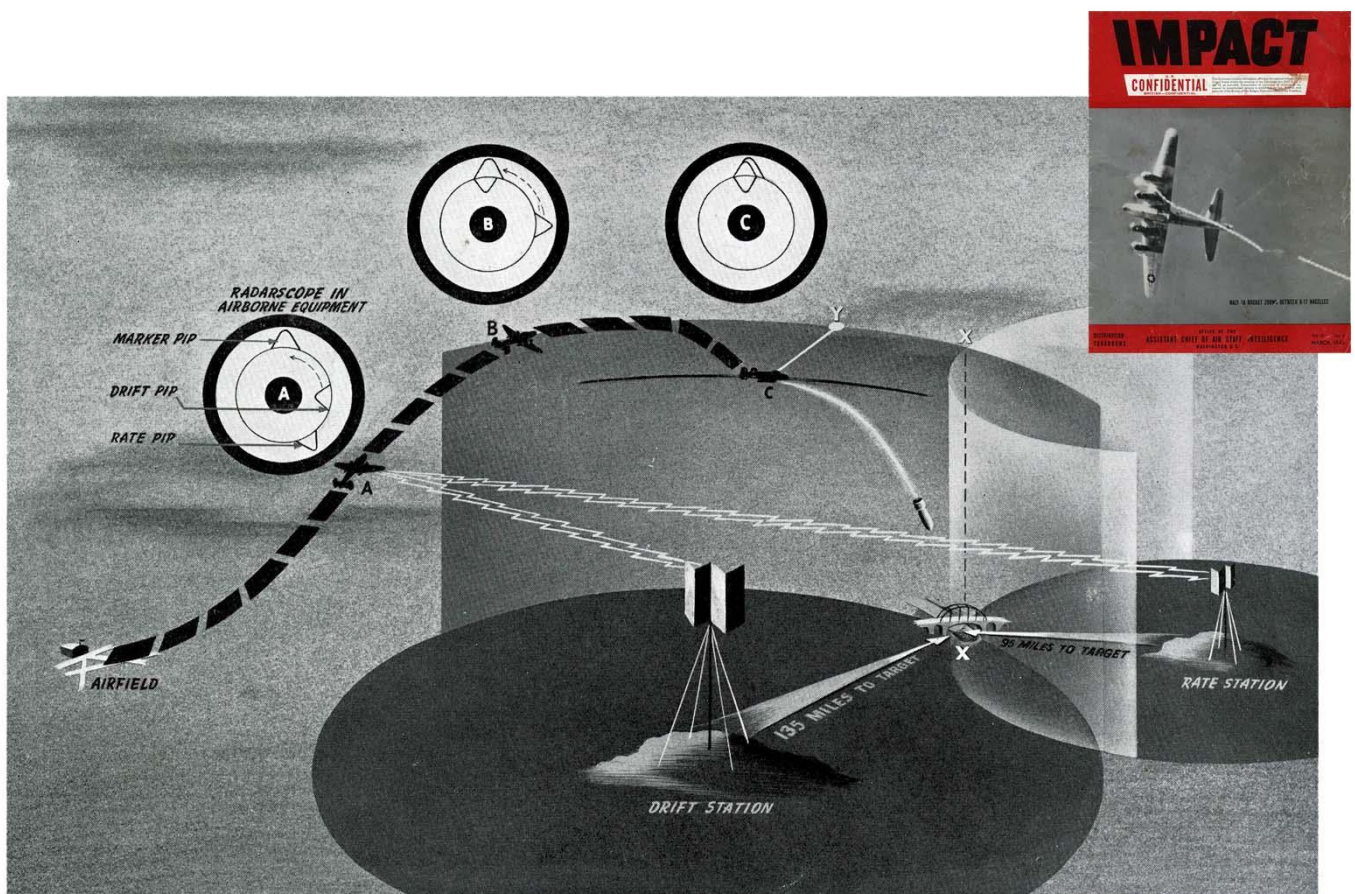
*Сравнение различных параметров систем слепого бомбометания союзников на июнь 1945 г.
Данные из №10 секретного журнала BBC США «Радар» («RADAR»)*

Как и в аналогичных системах, бомбардировщик, использующий SHORAN, заходил на цель по дуге, радиус которой равнялся расстоянию от цели до одной из наземных станций (эта станция называлась «дрейфовой» - «drift»). При этом кривизна пути на дистанциях 150-200 км была незначительна с точки зрения сложности поддержания курса. Вторая наземная станция (названная «скоростной» - «gate») играла роль маркерной станции и «засекала» на дуге, по которой летел самолет, место нахождения цели. Станции могли меняться ролями, а всего для захода на цель можно использовать 4 маршрута (см. ниже). Точная дальность от первой и второй наземной станции до цели, как и другие параметры, предварительно высчитывалось специальной т.н. «расчетной командой SHORAN» («The SHORAN Computing Party»), передавались на борт перед вылетом (или в ходе него) и вводились в аппаратуру на борту. Выход самолёта на первую «дугу» от «дрейфовой» станции фиксировался оператором бортовой системы на катодной трубке с круговой шкалой и далее лётчик, используя специальный индикатор в кабине (PDI), вел самолёт, держа указатель стрелки прибора точно на нулевой отметке. При подходе к цели все на тот же специальный индикатор в кабине выдавался точный курс захода, который рассчитывался бомбардировочным компьютером. В заданной точке сброс бомб производился компьютером автоматически.



4 способа выхода на цель. Из №10 секретного журнала BBC США «Радар» («RADAR»)

Ниже приведен перевод из статьи американского журнала «IMPACT» за март 1945, в котором в популярной форме описан принцип работы системы SHORAN (приведен без сокращений)



«В вылете с использованием аппаратуры "SHORAN", самолёт выходит на цель, передавая радиосигналы бортового оборудования на две наземные станции.

Система "SHORAN" работает по довольно простому принципу. Передатчик в самолете посылает постоянный поток импульсов на каждую из двух наземных станций, которые возвращают их обратно на самолет. Время, необходимое этим импульсам для прохождения туда и обратно, преобразуется в расстояние бортовым оборудованием и отображается в милях на двух циферблатах на передней части прибора. Перед вылетом координаты двух наземных станций определяются с предельной точностью. Расстояния от каждой из них до цели рассчитываются также максимально точно. Эти расстояния (известные как "координаты SHORAN") затем устанавливаются в бортовой аппаратуре путем регулировки двух ручек, во многом так же, как информация устанавливается в бомбовом прицеле. Пилот взлетает и летит в направлении цели либо с помощью обычных методов навигации, либо с помощью серии коррекций, полученных от оператора системы "SHORAN".

Воображаемые круги.

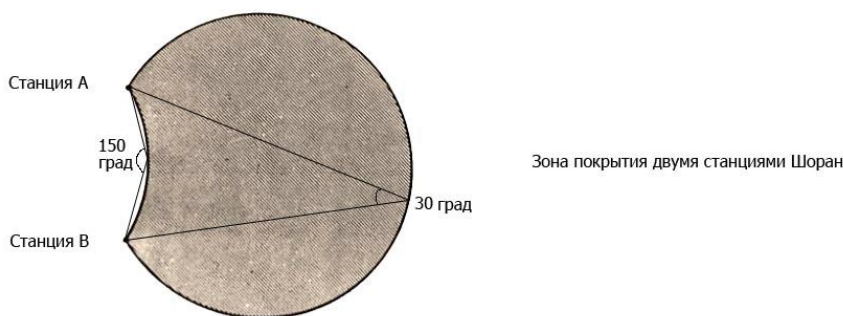
Если описать воображаемый круг вокруг одной станции с радиусом, равным расстоянию от этой станции до цели, очевидно, что самолет, летящий по периметру этого круга, рано или поздно пройдет прямо над целью в точке, где круг пересекает аналогичный круг, «обведенный» вокруг другой наземной станции. Станция, вокруг которой летит самолет, называется "дрейфовой станцией" ("drift station"), другая — "скоростной станцией" ("rate station"). Функции их взаимозаменяемы. Самолет может летать вокруг любой из них в соответствии с требованиями вылета. Рисунок выше показывает, как это работает. На экране радара в самолете есть три визуальных импульса или "пика" ("pip"). Маркерный "пик" ("marker pip") неподвижен и используется только для измерения расстояния двух других "пиков" до него. "Дрейфовый пик" ("drift pip") и "скоростной пик" ("rate pip") движутся по круговой развертке радара — к маркерному "пику", если самолет приближается к линии своих соответствующих воображаемых окружностей, и от нее, если самолет удаляется. В точке А самолет вылетел со своего аэродрома и приближается к кругу вокруг дрейфовой станции. Соответственно, "дрейфовый пик" движется к "маркерному пику". В точке В он достиг "маркерного пика". Это немедленно говорит оператору в самолете, что он теперь находится на воображаемой окружности. Все, что нужно сделать пилоту, это лететь по курсу, который будет удерживать эти два "пика" вместе, и в конечном итоге он пройдет над целью в точке Х. Он делает это, наблюдая за двумя стрелками на небольшом индикаторе - указателе направления (PDI), который подключен к оборудованию "SHORAN". Тем временем, по мере приближения к Х, "скоростной пик" движется к "маркерному пику". Когда он также достигает "маркерного пика", самолет находится в точке Х.

Коррекция сноса.

Всё вышеописанное хорошо для навигации, но если бы бомбы были сброшены в точке Х, они бы упали далеко от цели. Соответственно, высота, скорость, тип бомб и т. д. все задаются в компьютере, примерно так же, как в бомбовом прицеле. Это влияет на положение "скоростного пика" таким образом, что он достигнет "маркерного пика", когда самолет будет в точке Y. Если бомбы сбрасываются там, они попадут в цель, при условии отсутствия сноса (от ветра). Если снос есть, он также вводится в компьютер. Это влияет на "дрейфовый пик". Чтобы удерживать отметку "дрейфового пика" и отметку "маркерного пика" вместе (после установки параметров сноса), пилот должен лететь немного другим курсом, как показано жирной пунктирной линией выше. Это приведет его к точке С, правильной точке сброса, сброс из которой должен привести к точным попаданиям в цель»

Несмотря на высочайшую точность определения места (для середины 40х годов), система SHORAN имела несколько недостатков, прямо вытекающих из принципов её работы. Первым и самым крупным недостатком была дальность работы, ограниченная дальностью прямой видимости — всего 280 миль или ок. 450 км для самолёта, летящего на высоте ок 12 км, что обуславливалось особенностями распространения волн частотного диапазона, использующихся в SHORAN (220-320 МГц).

Второй особенностью являлись геометрически ограниченная зона покрытия района целей, что проистекало из способа определения места по двум окружностям. Минимальный угол между станциями и самолётом на реальной предельной дальности равнялся 30 градусам, максимальный угол на минимальной дальности — 150 градусам (см. ниже). Рекомендованным диапазоном углов считался диапазон от 60 до 120 градусов. При этом из-за технических особенностей системы, расстояние между двумя станциями не могло быть меньше 30-40 миль (данные на 1945 г.). Таким образом, зона, где самолёты могли использовать SHORAN, чрезвычайно зависела от расположения наземных станций и в случае неблагоприятной наземной обстановки могла быть весьма ограниченной.



Бортное оборудование

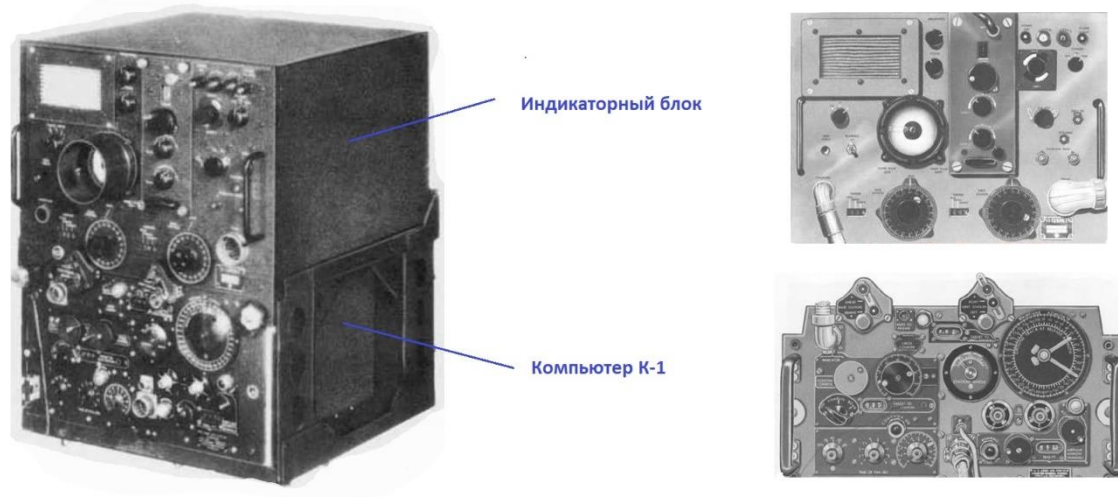
Бортное оборудование системы SHORAN представляло собой комплект из нескольких радиоустройств, имевший обозначение AN/APN-3, плюс уже упоминавшийся бортовой компьютер К-1 (в некоторых источниках бомбардирский компьютер не считается частью бортового комплекта SHORAN, т.к. не все самолёты, оборудованные этой системой, занимались бомбометанием, часть выполняла задачи картографии, фоторазведки и т.д.).

К числу основных модулей AN/APN-3 относились:

- 1) Индикаторный блок («Indicator» - ID-17/APN-3)
- 2) Радиопередатчик («Radio transmitter» T-11/APN-3)
- 3) Компаратор («Comparator» CM-3/APN-3)
- 4) Индикатор курса пилота (PDI ID-103/APN-3)
- 5) Бомбардировочный компьютер К-1
- 6) Приёмная и передающая антенны (AT-13/APN-3, AT-14/APN-3)

Индикаторный блок (ID-17/APN-3 — имел встроенный приёмник) — основной блок, с которым работал оператор SHORAN на борту самолёта. На нем находились катодная трубка (экран, т.н. J-score) с метками расстояния наземных станций, циферблаты для установки

дальности станций до цели, переключатели диапазонов изменения и др. элементы. Индикаторный блок совмещался с бомбардирским компьютером К-1, располагавшимся прямо под ним.



Радиопередатчик (Т-11/АРН-3) – не требовал никаких операций и мог находиться в любом месте самолёта. Основная задача – излучение сигналов с борта самолета с помощью передающей антенны.

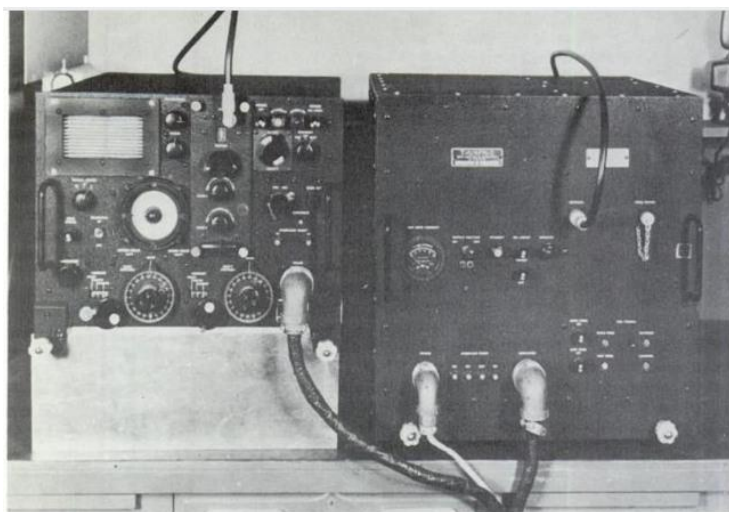


FIGURE 14.—Shoran ship set AN/APN-3, receiver-indicator on left, transmitter on right.

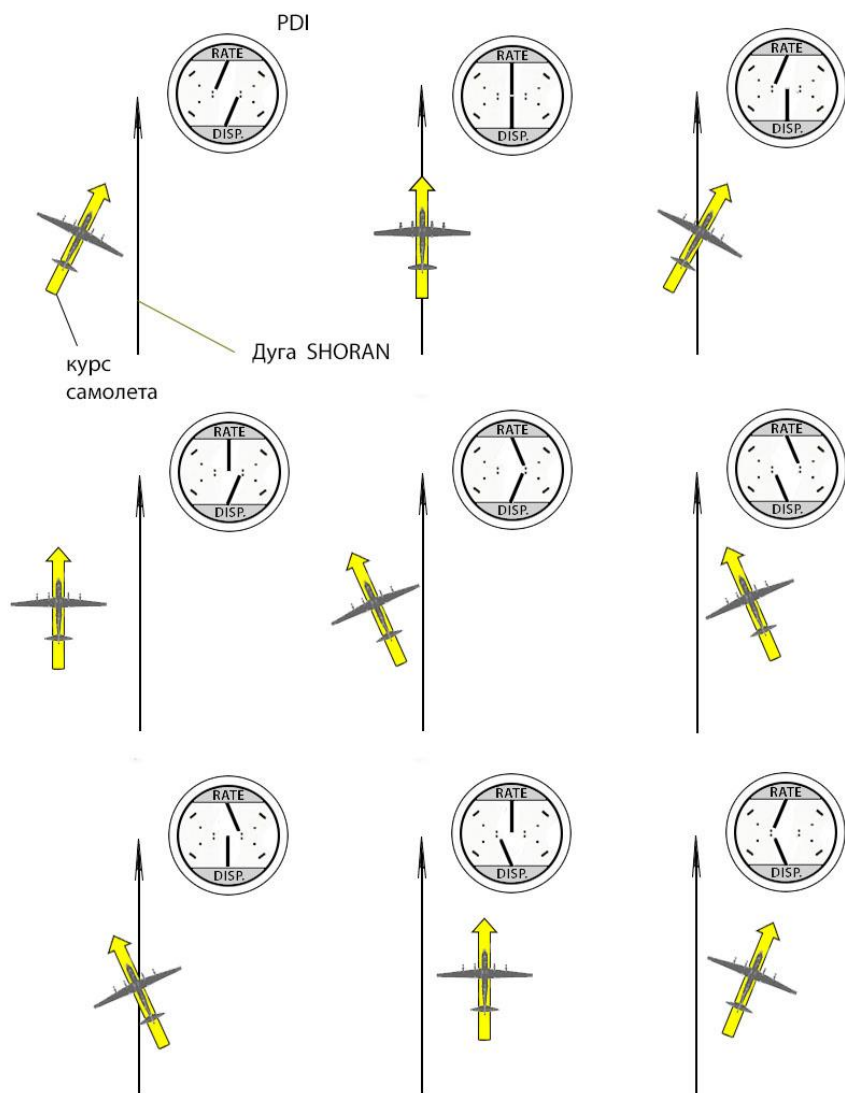
Стенд с блоком индикации (слева) и радиопередатчиком Т-11/АРН-3 (справа). Обратите внимание, что компьютер К-1 отсутствует, вместо него – заглушка.

Компаратор (СМ-3/АРН-3) – прибор преобразующий разницу сигналов между «маркерным» и «дрейфовым пиком» (см. выше «Принципы и особенности работы системы») в сигнал для индикатора указателя курса лётчика (PDI)

Индикатор курса пилота (PDI ID-103/АРН-3) – прибор, стоявший в кабине пилота, и показывавший по нижней шкале («displacement») насколько самолёт отклонился от дуги «дрейфовой станции» влево или вправо (имел 2 режима – более грубый с пределом по шкале 1000 футов и более точный, с пределом 400 футов), а по верхней шкале («rate») – насколько быстро самолёт приближается или удаляется от дуги. Когда обе стрелки показывали «0» (центральное деление), то это означало, что пилот находится точно на нужном курсе. На боевом курсе все поправки для бомбометания вырабатывал и передавал на индикатор курса компьютер К-1. Компьютер, помимо прочего, имел на передней панели счетчик миль до цели.



Компаратор (слева) и прибор указания курса (Pilot Direction Indicator – PDI – справа)



Отображение показаний PDI в зависимости от положения самолёта и его курса относительно дуги SHORAN.

Показания стрелок показывают в каком направлении нужно произвести корректировку курса самолёта.

Приёмная антенна - представляла собой штырь длиной ок. 30 см и выводилась на верхнюю часть фюзеляжа самолета.

Передающая антенна имела примерно тот же форм-фактор и выводилась на нижнюю часть фюзеляжа.

Общий вес оборудования составлял около 335 фунтов или около 150 кг.

Полный состав набора AN/APN-3 с массо-габаритными характеристиками приведен ниже.

RADIO SET AN/APN-3

TOTAL WEIGHT 335 LBS.

Component	Nomenclature	Size	Weight
Computer	K1	9" x 17" x 20"	56 Lbs.
Radio Receiver	R-15/APN-3	(included as indicator)	
Indicator	ID-17/APN-3	15" x 18" x 25"	77 Lbs.
Antenna	AT-14/APN-3	3" x 3" x 12"	1 Lb.
Radio Transmitter	T-11/APN-3	20" x 23" x 21"	106 Lbs.
Visor	M-387	4" x 4" x 4"	
Antenna	AT-13/APN-3	3" x 3" x 14"	1 Lb.
Mounting	MT-215/APN-3	2" x 20" x 21"	9 Lbs.
Mounting	MT-216/APN-3	12" x 18" x 21"	16 Lbs.
Cord	CX-198/APN-3	Length 5'	
Inverter	PU-16/AP		
Pilot Direction indicator	ID-103/APN-3	4" x 4" x 4"	1 Lbs.
Mounting	MT-182/AP		
Comparator	CM-3/APN-3	5" x 8" x 23"	19 Lbs.
Mounting	MT-167/APN-3	2" x 22" x 8"	3 Lbs.

and includes plugs, adapters, connectors, switch and miscellaneous cable.

Section 4 - Graphic Survey

July 1945

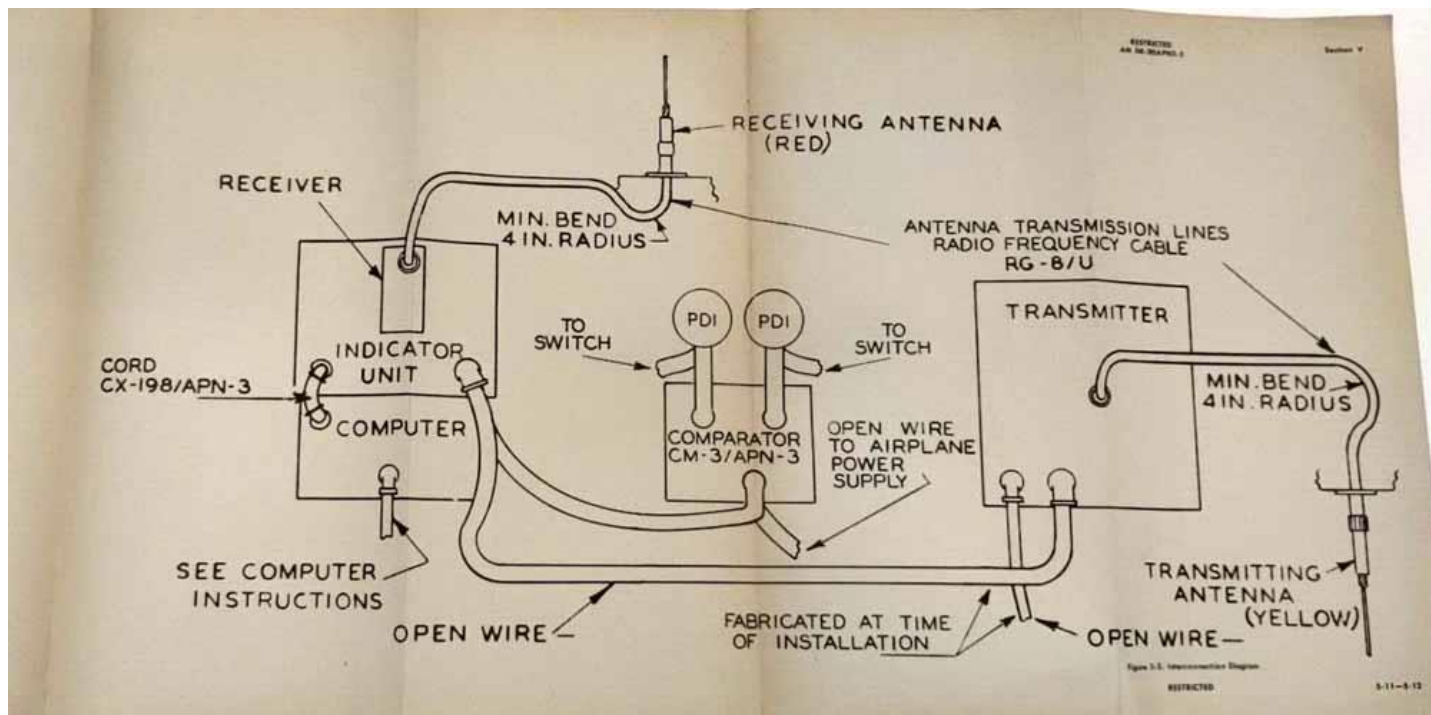


Схема соединения элементов бортового оборудования системы SHORAN

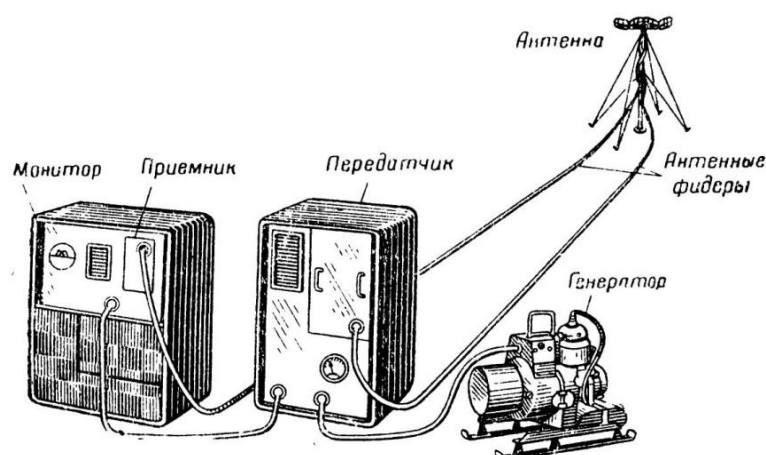
Общие тактико-технические параметры бортового оборудования AN/APN-3

Вес (бомбардировочный вариант)	335 фунтов (ок 150 кг)
Число операторов	1 человек
Потребление электроэнергии	459 ватт, 27,5 вольт постоянного тока для передатчика; 60 ватт, 80-115 вольт переменного тока частотой 400-2400 Гц (+10%) для индикаторного блока и компаратора.
Элементы системы	4 основных – передатчик, индикаторный блок, компаратор, две антенны. 1 дополнительный (для бомбометания) – компаратор, компьютер, 2 прибора указания курса пилоту (PDI)
Антенны:	2 отдельных антенны с вертикальной поляризацией, приёмная в верхней части самолёта, передающая – в нижней. Горизонтальное покрытие: 360 град, вертикальное покрытие +45 град.
Передатчик:	Две частоты передачи, для двух наземных станций в диапазоне 220-260 МГц с интервалом 20 МГц. Частота переключения между частотами передачи – 10 Гц. Мощность импульса 12 кВт, длительность импульса – 0,5 мсек
Индикаторный блок с приёмником:	Приёмник: Одна частота приёма от обеих наземных станций, диапазон 220-330 МГц Индикация: катодная трубка с круговой разверткой (J-Score) с базой 100 миль (1 миля – 0,07 дюйма миля на экране), 10 миль (0,7 дюймов миля), 1 миля (7 дюймов миля).

Наземное оборудование

Наземное оборудование SHORAN в логическом плане было проще бортового, его задача была принять, преобразовать и передать сигнал обратно на самолёт с учетом некоторой компенсации задержек на прохождение сигнала.

2 наземные станции, имевшие обозначение AN/CPN-2, состояли из 4-х основных элементов – приёмника, передатчика, антенны и источника электроэнергии (генератора) – см. ниже.



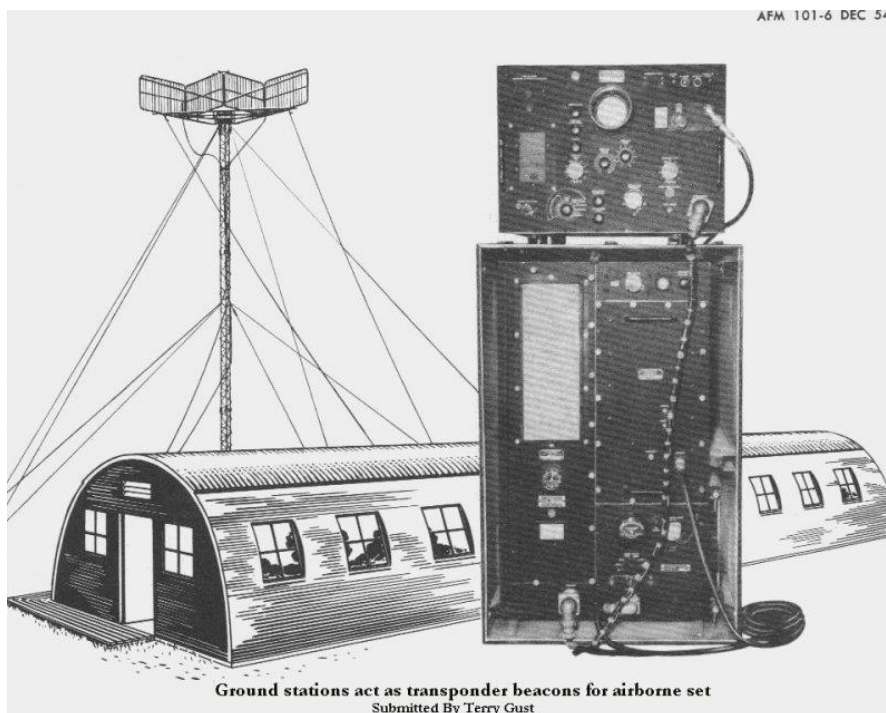
Общая схема наземной станции SHORAN

Как уже говорилось выше, одна из наземных станций выбиралась «дрейфовой», вторая – «скоростной». Роли станций могли меняться – «дрейфовая» могла становиться скоростной, а «скоростная» – «дрейфовой» и наоборот. Принимая сигналы с самолетов, каждая на своей частоте, передавали они их обратно уже на одной и той же частоте.

Диапазон частот приёма наземной станции – 220-330 МГц, передачи – 290-320 МГц.

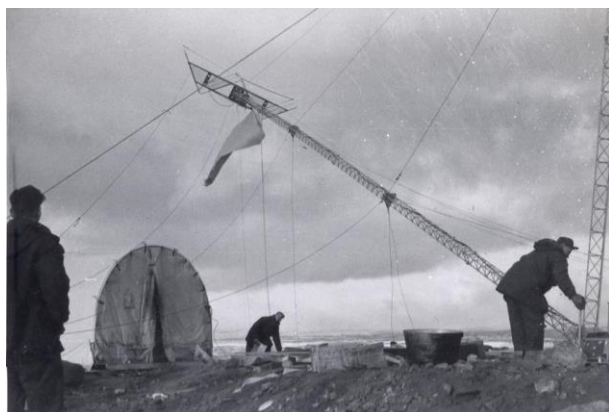
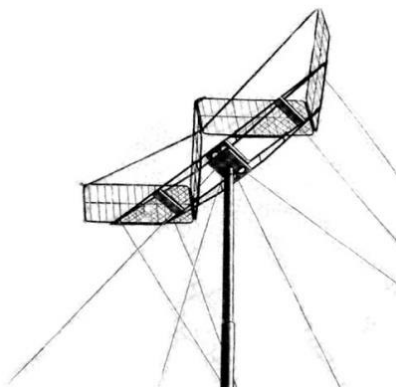
Одна станция могла отвечать на запросы до 20 самолётов.

Обслуживающий персонал наземной станции, используя индикаторный блок с приёмником, устанавливал рабочие частоты, выполнял регулировку задержки времени прохождения сигнала через наземную станцию и другие настройки.



Общий вид наземной станции SHORAN (внизу передатчик, вверху – индикаторный блок)

Характерным признаком наземной станции SHORAN являлась особая W-образная антенна на высокой, 15-метровой мачте, формирующая в пространстве диаграмму излучения с углом примерно в 90 градусов. Антенна имела поворотный механизм и могла поворачиваться вручную в любую сторону, в зависимости от координат цели. Точная установка антенны по заданному азимуту являлась одной из главных обязанностей обслуживающего персонала станции.



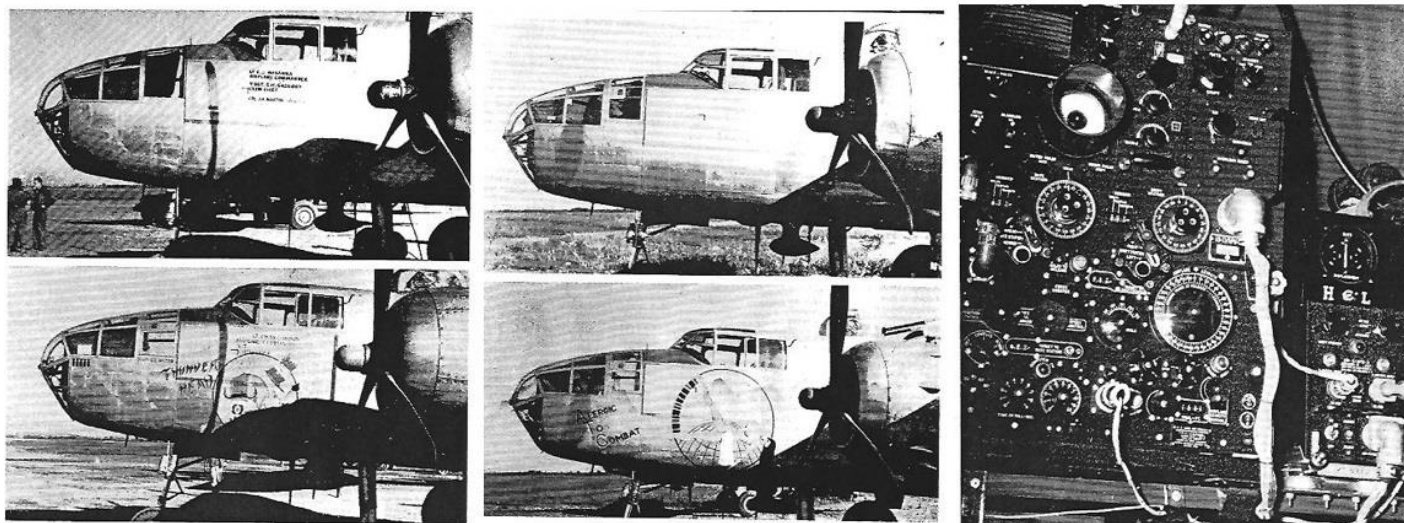
Антенна SHORAN (слева вверху), установка антенны где-то на побережье Северной Атлантики, середина 1950х

Один комплект наземной станции весил ок 520 кг (из них антенна с мачтой – ок. 210 кг, электронное оборудование ок. 140кг, генераторы - ок 170 кг). Станция была высокоомобильна, могла перевозиться автомобильным или воздушным транспортом (в последнем случае для перевозки 1 станции требовалось 3- 4 рейса легкими самолётам L-5 «Пайпер каб»). Общее рекомендованное количество обслуживающего персонала, включая обеспечение всех видов, охрану и т.д. составляло 24 человека. Непосредственно обслуживало станцию 3 человека.

Как уже говорилось выше, на взаимное расположение станций SHORAN накладывались определённые ограничения. Минимальный угол, образованный двумя станциями и самолётом, не мог быть меньше 30 и больше 150 градусов (данные на 1945 г., в более поздних руководствах встречаются цифры 60 и 120 градусов соответственно, т.е. ещё меньше). Расстояние между двумя станциями не должно было быть менее 30-40 миль.

Применение SHORAN во время Второй мировой войны

Первые комплекты оборудования и первые 2 наземные станции были переданы для использования испытательным В-17 на Средиземноморском театре (MATAF) в сентябре 1944 г., но в дальнейшем в боевых вылетах самолёты В-17 не участвовали. Следующая партия оборудования была поставлена на Корсику в 12-ю воздушную армию США (12-th Air Force), 57-е авиакрыло (57-th Bomb Wing), воевавшее на средиземноморском театре военных действий (МТО) на самолетах В-25. Бомбардировщик В-25 стал первым, использовавшим SHORAN в боевых условиях. Основное оборудование (индикаторный блок с компьютером и компаратором) устанавливалось в остекленном носу. Имеются фото носовых кабин этих первых В-25 – видно, что остекление затемнялась изнутри чем-то вроде ткани от палатки – возможно в тренировочных целях либо в целях секретности.



Первые четыре В-25 из 310-й бомбардировочной группы с аппаратурой SHORAN(слева, в центре), аппаратура SHORAN в носовом отсеке В-25, завешанном тканью (справа)

Первое боевое применение системы SHORAN было произведено 10 декабря 1944 г. против цели в Северной Италии. 310-я бомбардировочная группа строем из 24 бомбардировщиков В-25 (4 «коробки» по 6 самолётов), оснащённых «специальным оборудованием», нанесла удар по железнодорожному мосту на северной окраине итальянского города Фиденца. Из-за небольших ошибок бомбардировщиков прямого попадания не было достигнуто, но точность для слепого бомбометания всё равно оказалась великолепной.



Фотоконтроль первого применения SHORAN с В-25 по мосту на окраине г.Фиденца. Слева – состояние цели до налёта, посередине – состояние цели после налёта, справа – фотоконтроль попаданий (видны взрывы сквозь облачность), дополнительно на фото нанесено положение жд линии (слева от разрывов бомб) и автомобильной дороги (справа от разрывов) с мостами.

Эти ошибки были учтены в налёте в условиях сильной облачности на ж/д мост в районе Пармы 14 декабря 1944 г., в этот раз бомбы легли точно в цель, уничтожив мост. 15 декабря 1944 г. то же подразделение в условиях сплошной облачности (10/10) поразило склад боеприпасов в Болонье.



Сброс бомб с В-25, оборудованных аппаратурой SHORAN, в условиях сплошной облачности по цели в Болонье 15 декабря 1944 г.

В январе 1945 г. 310-я группа, считаясь уже достаточно опытной, начала передавать опыт применения системы SHORAN другим подразделениям в специально созданной «школе» в Гизоначе (о. Корсика).

Не все вылеты с использованием «спецоборудования», однако, проходили гладко. Облачность не всегда спасала от зенитных орудий с радарным наведением и немецких истребителей, когда те, хоть и крайне редко, но атаковали В-25 над Северной Италией и Австрией. Так, при налёте на 10 марта 1945 г. на мост в районе городка Ора, строй 310-й группы из 48 бомбардировщиков В-25 попал под исключительно сильный и точный зенитный огонь, в результате чего 4 самолёта было сбито, ещё 10 сильно повреждено, а остальные имели пробоины. Позднее в том же месяце при атаке с использованием «спецоборудования» на мост в г. Парденоне (к северу от Венеции), группой из 20 ME-109 и FW-190 был сбит ещё один В-25 (первая потеря от истребителей с сентября 1943 г.).

Кроме противодействия противника возникали проблемы и технического характера. Вот некоторые выдержки из отчетов 321 бомбардировочной группы того же 57-го авиакрыла.

20 марта 1945 г.

- 446-й эскадрон (6 самолётов В-25), цель склад боеприпасов в р-не Спилимберго, Италия.

Бомбы не сброшены из-за «пропадания сигнала на боевом курсе» («fading signals on bomb run»)

- 448-й эскадрон (6 самолётов В-25), та же цель. Бомбы не сброшены из-за «механических проблем специального оборудования» («*due to mechanical failure of the special equipment*»). Сделано 3 захода, в каждом «сигнал пропадал на боевом курсе» («*signals faded out on the bomb run*»).

22 марта 1945 г.

- 446-й эскадрон – вылет прерван «из-за невозможности принять сигнал» («*due to failure to pick up signals*»)

25 марта 1945 г.

- 448-й эскадрон – три вылета на цель (жд насыпь в Волярнь (Volargne))

Первый вылет – нет синхронизации сигнала, не бомбили

Второй вылет – попытка визуального бомбометания – также не было возможности сброса.

Третий вылет – сброс с помощью «специального оборудования» с первого захода. Перелет с небольшим уходом бомб влево. Тяжелые зенитки, огонь средней интенсивности, точный

31 марта 1945 г.

- 448-й эскадрон – вылет на жд мост в р-не Во Синистро. Невозможность бомбить через облачность из-за «исчезновения сигнала спецоборудования» («*Special Equipment signals faded out*»)

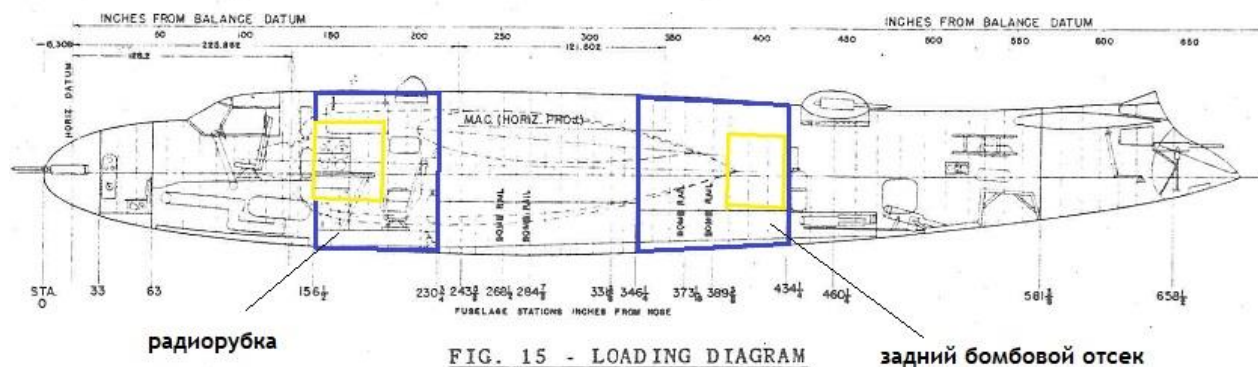
Причины отказов не уточняются, скорее всего она точно не была установлена, вплотную расследованием этого явления занялись уже в ходе войны в Корее.



Сброс осколочных бомб группой В-25 310-й группы, с ведущим самолётом оснащённым аппаратурой SHORAN

На Западноевропейском ТВД систему SHORAN применяли 17-я и 320-я бомбардировочные группы 42-го авиакрыла, вооружённые бомбардировщиками В-26 «Мародер». Тренировки они начали ещё в конце 1944 г, а первые учебные вылеты произвели в феврале 1945 г. В документах, в отличие от 52-го авиакрыла (где использовался термин «специальное оборудование»), новый метод бомбометания

именовался «БАТ» (от «Blind Approach Technique»). В самолете В-26 основная аппаратура устанавливалась в отсеке бортрадиста (радиорубке), а передатчик устанавливался в заднем бомбоотсеке.



Расположение основных элементов AN/APN-3 в В-26 «Мародер» (отмечено желтым)

Первое боевое применение новой системы произошло 10 марта 1945 г. против немецких складов в Хауэнштайне (50 км на восток от Саарбрюкена). Один-единственный боеготовый В-26, имевший на борту аппаратуру SHORAN, в условиях сплошной (10/10) облачности вывел группу из 18 самолётов на цель. В дальнейшем, использование SHORAN в условиях облачности стало регулярным. Ниже некоторые вылеты В-26 из 320 бомбардировочной группы с использованием «БАТ».



Shoran bombardier talks pilot onto drift arc of Shoran course and down bomb run. Pilot also gets PDI information on the run



Индикаторный блок с компьютером в самолете В-26 «Мародер» (слева), пилоты 17-й группы перед вылетом (справа)

11 марта - 18 самолётов, цель - ж/д мост в Бад-Мюнстере. Сброшено 72 ед. 1000-фунтовых бомб с высоты ок. 11000 футов. Результаты не наблюдались из-за сплошной облачности.

12 марта - 3 (РЭБ) + 36 ударных самолётов, цель - склад боеприпасов в Киркель-Нойхозере. 18 самолётов сбросило 250 ед. 250 фунтовых бомб на цель. Остальные 18 самолётов вернулись с бомбами обратно из-за «неисправности БАТ-оборудования». Результаты не наблюдались из-за сплошной облачности.

20 марта - 18 самолётов, цель - ж/д пути и депо в Ламбрехте. Сброшено 142 ед. 500-фунтовых бомб с высоты 10-11 тыс футов. Результаты не наблюдались из-за сплошной облачности. Один В-26 пропал без вести после попадания зенитным снарядом. 8 ед. В-26 повреждено зенитным огнём.

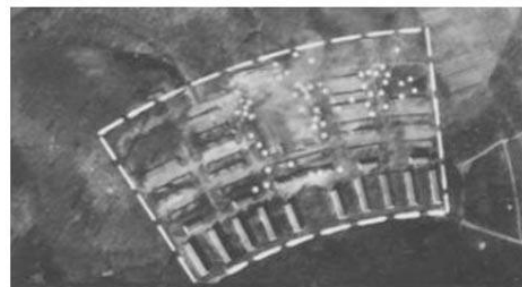
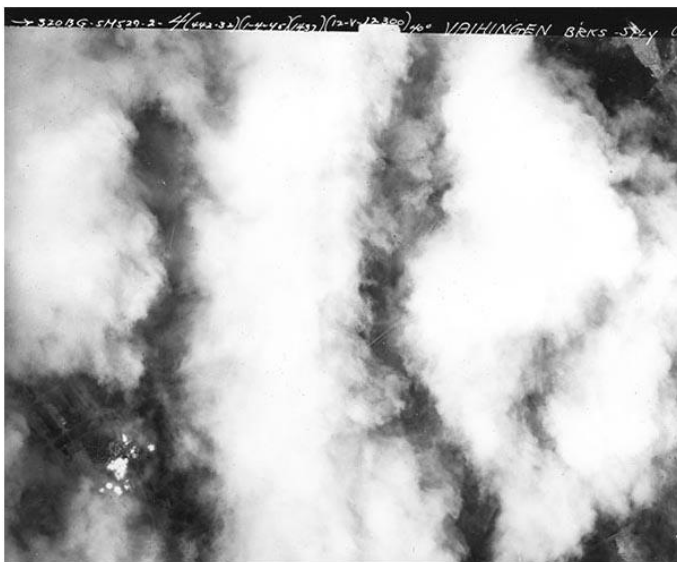
20 март - 18 самолётов, цель - ж/д пути и депо в Альберсвайлере. Сброшено 140 ед. 500-фунтовых бомб с высоты 10500-12600 футов. Результаты не наблюдались из-за сплошной облачности. Один самолёт разбился при посадке из-за повреждений от зенитного огня (экипаж не пострадал), серьёзно повреждено зенитным огнём 2 самолёта, легко повреждено 10 самолётов. 3 раненных.

21 марта - 36 самолётов, цель - завод и склады в Эберштадте. Сброшено 283 ед. 500-фунтовых бомб с высоты 10800-12600 футов. 1-я эскадрилья (18 самолётов) - сброс «БАТ»-способом, 2-я эскадрилья - сброс с помощью визуального прицеливания («Норден») из-за «несовпадения истинного положения с показаниями «БАТ»» («БАТ» equipment had not coincided with correct navigation). Результаты наблюдались: 1-я эскадрилья - хорошая кучность попаданий по основной цели. 2-я эскадрилья - промах. Потерь нет, 5 самолетов - повреждения I категории, 2 самолёта - повреждения II категории.

21 марта - 18 самолётов, цель - завод и склады в Эберштадте. Сброшено 142 ед. 500-фунтовых бомб с высоты 12200 «БАТ»-способом. Результат - попадания в цель с отличной кучностью. Потери и повреждений нет.

1 апреля - 27 самолётов, цель - казармы и склады в районе Файнгена (Vaihingen). С высот 12300-11300 футов 18 самолетов сбросили 138 ед. 500 фунтовых бомб, остальные 9 - 70 ед 500-фунтовых зажигательных кассет М-17. Время сброса 14:40. Результат - попадания с отличной кучностью. От зенитного огня серьёзно поврежден один В-26, ещё 2 легко. Все самолёты вернулись на базу.

1 апреля - 27 самолётов (другая группа), цель - казармы и склады в районе Файнгена (Vaihingen). С высот 13300-12300 футов 18 самолетов сбросили 142 ед. 500 фунтовых бомб, остальные 9 - 70 ед 500-фунтовых зажигательных кассет М-17. Время сброса 15:16. Результат - бомбы третьей эскадрильи накрыли цель на большом пространстве, вызвав взрывы и пожары. Бомбы остальных двух эскадрилий легли к западу от цели. От зенитного огня серьёзно поврежден один В-26, ещё 13 повреждены легко. Все вернулись на базу.



Фотоконтроль результатов налёта В-26 из 320-й бомбардировочной группы на казармы в Файдингене 1 апреля 1945 г. с применением оборудования SHORAN (т.н. «BAT» mission). Результат – 2 здания уничтожено полностью, 10 серьёзно повреждены, наблюдаются многочисленные пожары. Фото слева даёт представление об условиях видимости во время бомбометания.



В-26 из 444-го эскадрона 320-й бомбардировочной группы в условиях облачности сбрасывают бомбы в одном из вылетов.

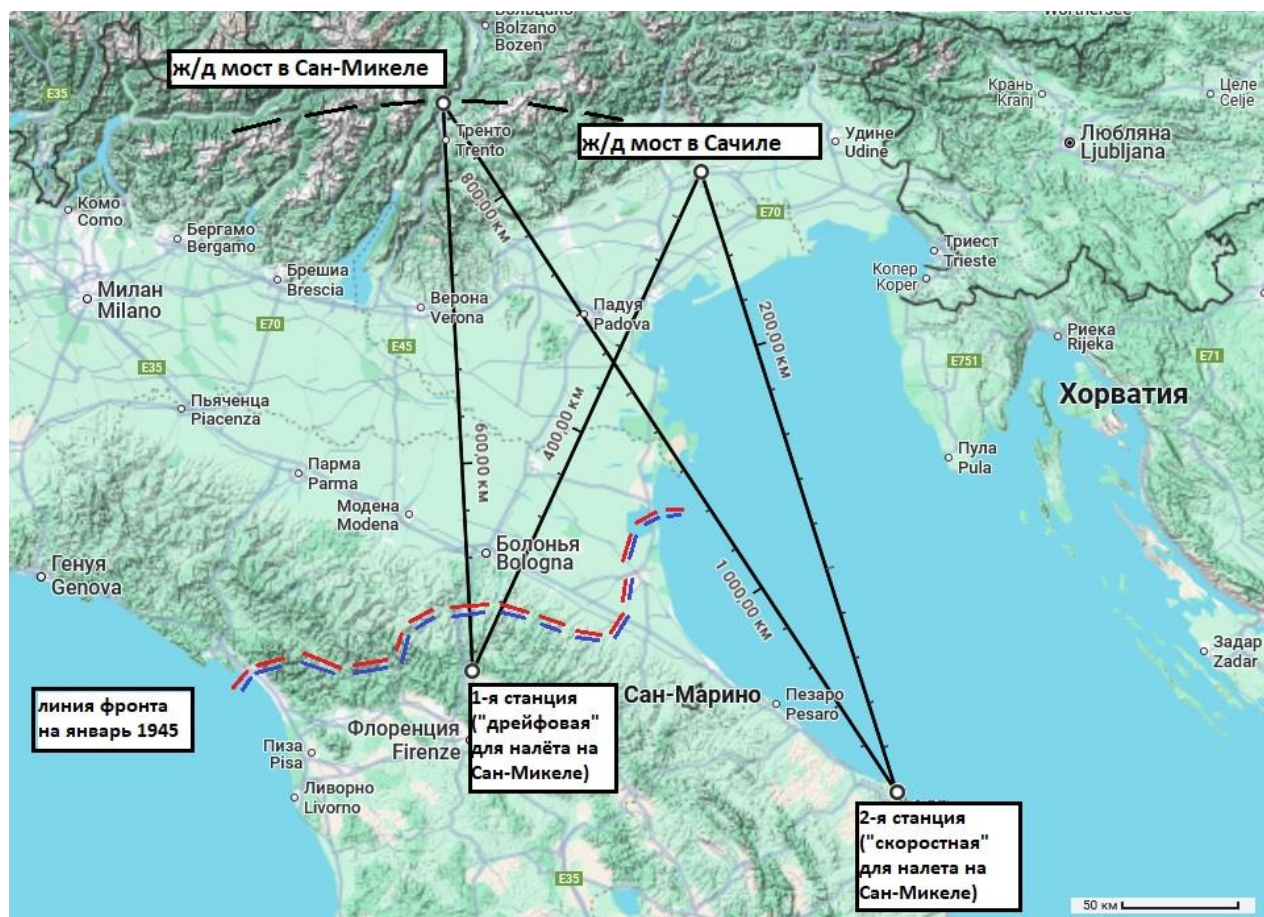
Всего с 1 апреля 1945 года до конца войны в Европе 320-я бомбардировочная группа произвела 1259 вылетов, из них с использованием системы SHORAN - 525 вылетов (41,7%), с визуальным наведением – 689 вылетов (54,7%) и ещё в 45 вылетах планировалось использование SHORAN, но по разным причинам пришлось использовать визуальное бомбометание. Т.е., «BAT»-вылеты с использованием SHORAN стали применяться массово.

«Группа расчетов SHORAN»

Для геоматематического обеспечения работы системы SHORAN наземным станциям придавались специальные вычислительные группы, выполняющие все предварительные расчеты цели. Так, 310-й бомбардировочной группе со «специальным оборудованием» была придана т.н. «группа расчетов SHORAN» («SHORAN Computing Party»), рассчитывающая точные параметры точки сброса. Рассчитать координаты этой точки, т.н. «координаты SHORAN», было не совсем простым делом, т.к. нужно было принимать в расчет геодезическое расстояние до цели, кривизну земной поверхности, высоту полета и высоту наземной станции над уровнем моря, а также эффект огибания радиоволной земной поверхности и другие факторы. Погрешность расчета расстояния должна была составлять не более 10 ярдов. Расчет одной цели занимал около 2 часов.

Первое с чем столкнулась вычислительная группа – с ошибочными координатами Корсики, точнее расположением первой наземной станции на ней, которая должна была обеспечивать действия 310-й группы. Расхождение острова с истинным положением составляло 600 ярдов по широте и 180 по долготе, что было неприемлемо много. Проблема была в итоге решена с помощью геодезистов британской армии.

Фрагменты из отчета работы «Группы вычислений SHORAN» представлены далее. Автор данного обзора не поленился на основании этих двух листов и современных гугл-карт определить положение наземных станций SHORAN для двух, представленных в этих листах, целей. Первая – ж/д мост в городке Сачиле, вторая – ж/д мост в Сан-Микеле. Первая станция находилась в паре десятков километров от линии фронта, в 30-40 км к югу от Болоньи. Вторая – достаточно далеко от линии фронта, на восточном побережье Италии, чуть южнее портового города Анкона (см. ниже). Т.к. фигурируют 2 соседние даты (15 и 16 января 1945 г.), то можно предположить, что станции не меняли своего местоположения.



Наложение данных расчетов двух налетов в январе 1945 г. на современную карту северной Италии

SECRET

SUGGESTED PRESETTING DATA FORM
COMPUTER - MODEL AAF TYPE K-1

COMPUTED BY D.J.H. DATE 16 Jan. 1945

Description of Target and Stations

Saccile Railroad Bridge (for Manual Release)

L Station: No. 2
H Station: No. 1

Computed for:	a. True Altitude	12000 ft.	Item No.
b. True Air Speed	235 Mi. per Hr.	(7)	
c. Indicated Air Speed	1000 lb Gp	(9)	
d. Type Bomb	142.028 miles	(10)	
e. Target to "H" Station	174.228 miles	(11)	
f. Target to "L" Station		(12)	

Approach	Approach	Approach	Approach
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Rate Station Connecting Gear Train (Position)	Behind L	A head H	A head L
Drift Station Connecting Gear Train (Position)	Right H	Right L	Left H

Setting No.	Item No.	Item No.	Item No.	Item No.
1. Target to Rate Station (setting)	(41)	(44)	(42)	(43)
(setting) (40)	(38)	(39)	(37)	
2. Target to Drift Station (setting) (deg) (29)	(30)	(31)	2.028	
3. Ground Track Azimuth Manual (19)	(20)	(21)	302.7	
4. Station Angle Setting (deg) 11500 ft	(11)	12500 ft (11)	(11)	133.8
5. Trail Distance (ft) 485	(12)	(12)	(12)	507
6. Time of Fall (sec.) 27.31	(14)	(14)	(14)	27.92
7. Speed Control (revolutions)	(45)	(46)	(45)	(46)
8. Rate Station Dial Release Pointer (setting)	(45)	(46)	(46)	42.0
9. Drift Station Dial (setting)				42.0
10. Station Inter-Change Switch (position)	H Drift	L Drift	H Drift	H Drift

Warning: Computer Check counter, and indicator Rate Station vernier counter, must read zero when reversing Rate connecting gear train. Computer Target to Drift Station counter (2), Trail counter (5) and indicator Drift Station Miles vernier counter must all read zero when reversing Drift Connecting Gear Train. Be sure to allow sufficient time for the computer to run out the previous FDI Switch Left correction with the computer switch in COMPUTE position.

- 14 -
SECRET

SECRET

Target S. Michele R.R. Bridge Map Sheet No. 21-IV-SE (9808 4228)

Geodetic Coordinates E 578172 N 637 260

Final Grid Coords E 578215 N 637 282

Geographical Coords. 46° 11' 24".81 N 11° 07' 23".56 E

Elevation 690 feet

Ground Stations	Rate No. 2	Drift No. 1
True Azimuth	145° 21' 02"	178° 41' 11"
Geodetic Distance	219.1850 Miles	143.3276 Miles
Shoran Correction for Altitude	15000 feet .0577 Miles .0604 Miles	
Shoran Distance for Altitude	15000 feet 219.2527 Miles 143.3943 Miles	

Computed for Altitude 15000 feet

True Airspeed 235 MPH

Type Bomb 1000 lb GP

Approach No. 4

Aimed 100 feet (Short for (Manual release

Setting No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trail Time of Fall	9.237	3.382	275.3	146.3	615	30.69	11	19.2	43.4		
Alt	14000	572	29.56	15000	615	30.69	16000	658	31.80		

Date of Mission 15 Jan 1945

Remarks Attacked by 1 box of six aircraft.

Mission successful. Bridge destroyed.

Coords. of Centre of Bomb Pattern (I) E 578 170 N 637 270

(II) E N

(III) E N

Rate Error Negligible feet (over (Short (Away from Station (Towards Station

Drift Error Negligible feet (Left (Right (Away from Station (Towards Station

Results Plotted by _____

Checked by _____

- 20 -
SECRET

Корейская война

25 июня 1950 года на Дальнем востоке началась Корейская война, которая в США официально называлась «полицейской операцией». Несмотря на быструю и массированную реакцию американцев на северокорейское вторжение, о высокоточном «слепом» бомбометании в первые месяцы не могло быть и речи ввиду различных причин, основная из которых – отсутствие острой необходимости в силу полного господства авиации США и слабости ПВО северокорейских войск. Кроме того, чисто бомбардировочные силы, представленные двухмоторными В-26 «Инвейдер» (переименованные А-26) и четырёхмоторными В-29, в начале конфликта почти не имели аппаратуры SHORAN. Единственная бомбардировочная группа на В-26 в США (47-я), которая специализировалась на ночных операциях с использованием SHORAN, с 1948 г. стала перевооружаться на новые легкие реактивные бомбардировщики-носители атомного оружия В-45 (с последующей планируемой переброской в Европу). Не особо способствовала размещению наземных установок подвижная линия фронта, которая стабилизировалась только к весне 1951 г. Подразделениям обеспечения («1st Shoran Beacon Squadron») даже на некоторое время пришлось эвакуироваться в Японию, пока, наконец, они не смогли приступить к нормальной работе в начале 1951 г.

Тоннаж бомб, сбрасываемых с помощью системы SHORAN, серьёзно стал расти лишь с осени 1951 г. после перехода бомбардировщиков В-29 и к массовым ночным налётам. Легкие В-26 также работали в значительной мере ночью, но до самого конца войны недостаток оборудованных самолетов и обученных экипажей ограничивал их активность.

«1-й эскадрон радиомаяков SHORAN»

Для общего контроля за воздушной обстановкой в небе над Кореей в октябре 1950 г. там был развернута т.н. «502-я группа тактического контроля», имевшая свои подразделения с РЛС разных типов вдоль всей линии фронта, а также на островах Жёлтого моря. Подчинялась 502-я группа 5-й воздушной армии США (тактическая авиация). Особым подразделением этой структуры был т.н. «1-й эскадрон радиомаяков SHORAN» («1st Shoran Beacon Squadron»).

«1-й эскадрон радиомаяков SHORAN» осуществлял всю деятельность по наведению бомбардировщиков, оснащенных аппаратурой SHORAN, на цели в Северной Корее и вдоль линии фронта. Организационно это подразделение состояло из штаба и пяти подчиняющихся ему станций наведения. Станции имели обозначения в алфавитном порядке: А («Able»), В («Baker»), С («Charlie»), D («Dog»), Е («Easy»). Отдельное подразделение «эскадрона» с октября 1952 г. находилось на авиабазе Йокота (Япония) под оперативным командованием 548-го технического эскадрона разведки, производя геоматематические расчеты для каждой цели.

Расположение подразделений «1-го эскадрона SHORAN»:

Штаб (HQ)	- Сеул, здание колледжа Ихва (1951 г.); 37.561, 126.946. С осени 1952 г. - авиабаза Пхёнхэк (К-6), 36.965, 127.032.
А («Able»)	- остров Токчокто (Tok Chok Do или Deokjeokdo, осень 1952 г.); 37.235, 126.123
В («Baker»)	- гора Куксабонг (Kuksa-bong), 20 миль к северо-востоку от Сеула (осень 1952 г.); 37.913, 127.146
С («Charlie»)	- остров Пэннёндо (Paengnyong-do, осень 1952 г.); 37.969, 124.671
D («Dog»)	- гора Хвангбенсан (Hwangbyong-san), 1500 м; 37.756, 128.663
Е («Easy»)	- гора Кая-сан (Kaya-san), 60 миль к югу от Сеула (36.705, 126.609), с 02.1953 г. – Сонггум-Ри (?) (35.7053, 128.717)

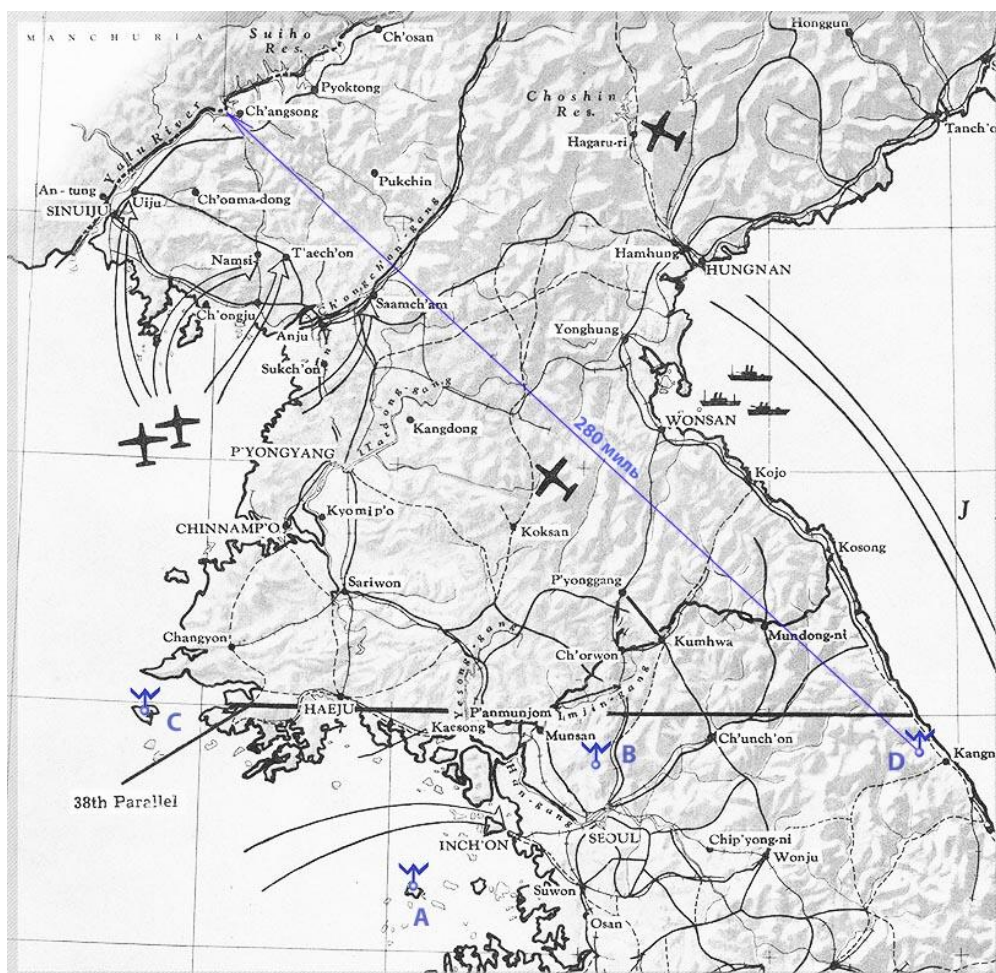
Станции «Baker» и «Charlie», как наиболее выдвинутые к северу, использовались для наведения на основные цели, станции «Able» и «Dog» для наведения на вторичные цели, станция «Easy» должна была выполнять роль запасной станции и периодически работала в паре со станциями «Dog» или «Charlie».

Полностью укомплектованная наземная станция имела 2 радистов и 2 операторов радара, которые обычно дежурили посменно (сменами по 8 часов). Задачи по установке антенны по определённому азимуту принимались по радиции (SCR-193) в зашифрованном виде. Остальной личный состав станции – управление (1 лейтенант, 1 сержант), повар, водитель, охрана. Всего около 15-20 человек. Вооружение – несколько крупнокалиберных и обычных пулемётов, автоматические винтовки (BAR), иногда «базуки» (гранатометы) и миномёты. Сама станция обносилась проволоочными заграждениями, заминированными сигнальными и боевыми минами, т.к. существовала опасность нападений партизан.

Т.к. «502-я группа тактического контроля» (а, следовательно, и «1-й эскадрон радиомаяков SHORAN») организационно подчинялась 5-й воздушной армии, а основным «потребителем» их услуг с осени 1951 года стало Дальневосточное бомбардировочное командование (FEAF Bomber Command), являвшееся отдельным соединением, то длительное время существовал ряд проблем оперативного взаимодействия наземных станций и бомбардировщиков В-29. Эти проблемы были решены только ближе к завершению войны.



Вид станции «Able» на о.Токчокто (слева), предполагаемый вид станции «Baker» (посередине), фото со станции «Able» (справа), виден фрагмент решетчатой мачты.



Расположение станций наведения SHORAN A («Able»), B («Baker»), C («Charlie»), D («Dog») на карте Кореи (станция «Easy» находится за пределами карты)

SHORAN на самолётах B-26 «Инвейдер»

В Корейской войне на B-26 принимало участие две ударных группы (позднее крыла) – 3-я и 452-я (позднее 17-я) бомбардировочные + 162-й (позднее 12-й) эскадрон тактической разведки. Всего около 150 боеготовых самолётов. Из них аппаратурой SHORAN были оборудованы примерно 30-40 единиц (данные на 1953 г.). В начале войны это количество было совсем небольшим (4 самолёта) и с 1951 до 1953 г. медленно увеличивалось по мере поступления с хранения отремонтированных и переоборудованных самолётов.

Оборудование

Согласно информации в книге «Douglas A-26 and B-26 Invader» (Scott Thompson), для оснащения стандартного B-26 радиокомплексом AN/APN-3, нужно было демонтировать верхнюю и нижнюю пулёмётные турели и всё связанное оборудование. Нижняя турель просто убиралась, а верхняя заменялась сходным по форме, но несколько большим по размеру обтекателем-колпаком, под которым располагался передатчик. По этому колпаку можно отличить обычные B-26 от самолётов, оборудованных SHORAN. Индикаторный блок с компьютером устанавливались по левому борту самолёта в кабине стрелка (теперь она называлась «кабиной оператора радара»). При этом не совсем понятно ставились ли такие «колпаки» только на ударные версии B-26 либо же это касалось и разведывательного варианта RB-26, т.к. есть фото, подписанные «RB-26» как с колпаками, так и без. Кроме того, есть фото из одного из руководств, где компаратор из комплекта AN/APN-3 установлен в носовом отсеке штурмана-бомбардира. Там же показаны крепления для индикаторного блока. Поэтому ситуация с этим вопросом, учитывая, что модификаций B-26 было не менее двадцати, несколько запутанная.

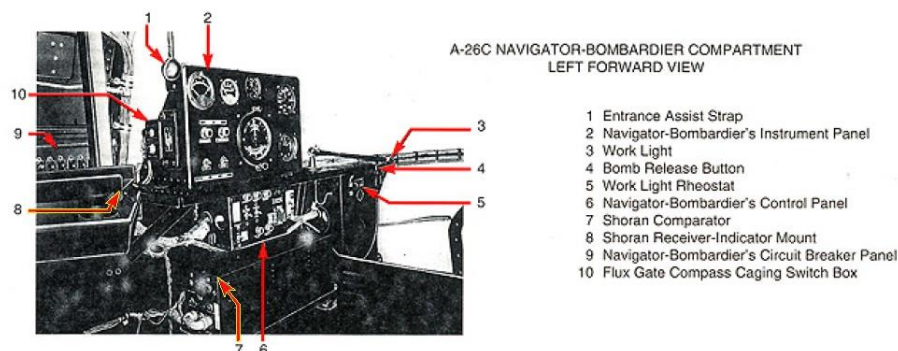


Фото из неустановленного руководства по B-26 из книги «A-26 B/C Invader, by FRANCIS GALLEMI». 7 и 8 элемент – компаратор и крепление для индикаторного блока соответственно для размещения на рабочем месте штурмана-бомбардира.



Ремонт и переоборудование В-26 в технико-логистическом центре в г.Огден (Юта) на авиабазе ВВС США «Хилл», начало 1950-х.
Видна установка «куполов» вместо пулёмётных турелей.

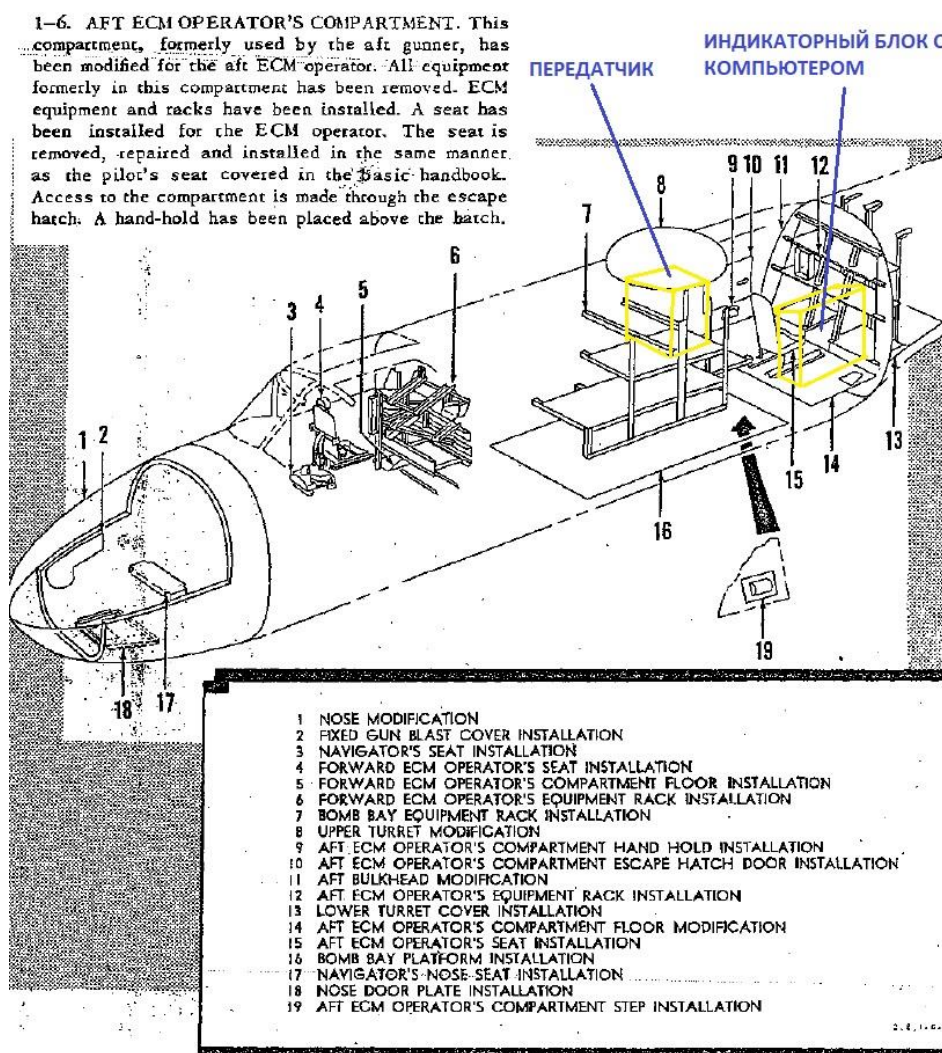
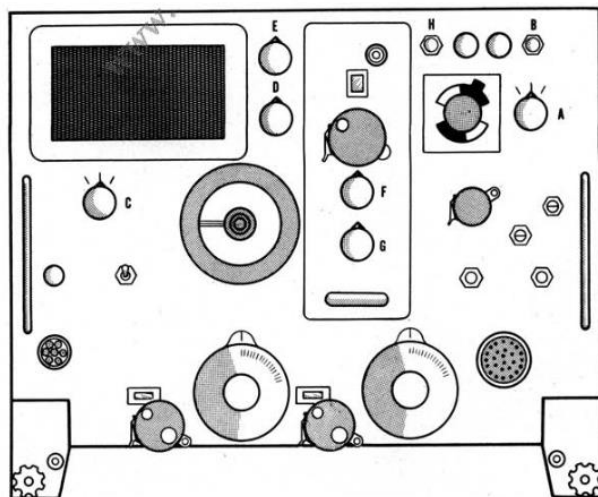


Figure 1-1. Airframe Modifications

Описание изменений в радио-разведварианте RB-26C, которые, вероятно, в части бывшей кабины стрелка актуальны для всех оборудованных аппаратурой SHORAN «инвейдеров». Бывшее место стрелка называется местом ECM-оператора, т.е. оператора аппаратуры электронной борьбы (Electronic Countermeasure - РЭБ). Из руководства 1956 г. T.O. 1B-26B-2-2A Желтым показаны предполагаемые места установки основных блоков комплекта AN/APN-3



b. SPECIAL RADIO EQUIPMENT.—On some modified airplanes equipped for radar operations, the following communication equipment has been installed:

(4) RADIO AN/APN-3. (See figure 35A).—AN/APN-3 is navigation equipment installed in the radar operator's compartment with an additional directional indicator and sensitivity switch in the pilot's compartment.

f. AN/APN-3 (See figure 35A).

(1) To start equipment—

- (a) Set switch "A" to its middle position. Operate 15 minutes.
- (b) Press push button "B." After one minute a circular sweep should appear on indicator tube.
- (c) Turn switch "C" all the way to the right.
- (d) When circular trace appears on screen, adjust knobs "D" and "E" to give sharp marker pulse on top of screen.
- (e) Turn switch "C" to left.
- (f) Set knobs "F" and "G" to minimum.
- (g) Rotate each of the knobs "F" and "G" in turn slowly toward maximum until two groups of received pulse appears on screen.
- (h) Turn switch "C" to its middle position and throw toggle switch to left of screen downward.
- (i) When ready to use equipment, set switch "B" to extreme clockwise position.

(2) To stop equipment.—

- (a) Press pushbutton "H." Pilot light should go on.
- (b) In an emergency, the equipment may also be stopped by pressing pushbutton on transmitter panel.

Описание порядка включения бортового оборудования SHORAN (AN/APN-3) из руководства 1946 г.
 «Douglas A-26 Invader. Pilot's Handbook for Army Models A-26B and A-26C Airplanes»

Боевое применение

Первые попытки использовать систему SHORAN самолётами В-26 были сделаны в октябре 1950 г. Только что прибывший из США в авральном порядке «1-й эскадрон радиомаяков SHORAN» не имел возможности эффективной работы из-за недостатка оборудования (его хватало только на разворачивание минимума — 2х наземных станций) и постоянных изменений линии фронта. Экипажи В-26 - всего 4 оборудованных самолёта - также не имели опыта и практики таких полётов. Всё это привело к провалу первых попыток применения SHORAN. Вторая попытка в декабре 1950 г. также оказалась неудачной, после чего «1-й эскадрон радиомаяков» был выведен для доукомплектования и тренировки в Японию. Обучение и реорганизация наземного и лётного персонала продолжались шесть недель, после чего было сочтено, что попытку боевого применения можно повторить.

Первые успешные боевые вылеты с использованием SHORAN произвели В-26 из 731-го эскадрона 3-й бомбардировочной группы в ночь с 17 на 18 февраля 1951 г. К концу марта 1951 г. производилось уже около 12 таких вылетов за ночь. В апреле 1951 г. 3-я бомбардировочная группа уже широко использовала SHORAN для бомбардировок населённых пунктов, мостов и узких мест в транспортной системе противника между 38 и 39 параллелью. При этом отмечалось, что на рабочих высотах у В-26 возникали проблемы с обледенением и недостатком кислорода. С 19 июня 1951 г., после того как было отбито наступление северо-корейских и китайских войск, и станция «Baker» была выдвинута на 20 миль к северу от Сеула, В-26 получили возможность действовать вплоть до Синьджу, т.е. до р.Ялу. В июне 3-я бомбардировочная группа успешно применяла SHORAN в вылетах по маркировке целей зажигательными бомбами, в то время как обычные В-26 выступали в роли основных ударных сил. В первые 15 дней августа 1951 г. уже 452-я бомбардировочная группа произвела св. 160 успешных вылетов с использованием SHORAN из 191 запланированного.

Из книги «В-26 Invader Units Over Korea»:

Штурман лейтенант Э. Бендер (3-я авиагруппа (крыло):

«Некоторые задания выполнялись на большой высоте (для В-26) - около 10 000 футов - для поддержки войск на передовой или нанесения ударов по важным целям. Вылеты на поддержку фронта назывались "Q"-сбросами. Наземный радар направлял нас к предрасчитанной точке сброса, и затем мы производили сброс по голосовой команде. При действиях против наземных войск предпочтительным оружием обычно была 250-фунтовая осколочная бомба.

Когда нас посылали на бомбардировку стационарных сооружений, мы использовали SHORAN. Эта система отслеживала сигналы двух наземных радиостанций, которые отображались в виде точек на трехдюймовом экране, установленном в самолете. Когда мы оказывались в пределах десяти миль от пересечения точек, мы открывали двери бомбоотсека, и когда точки пересекались, бомбы сбрасывались. Нам так и не удалось увидеть результаты ни того, ни другого типа бомбардировок, но иногда мы получали оценку ущерба с земли. Однажды нескольким нашим экипажам повезло, и они застали китайские войска, готовящиеся к атаке, в результате чего число погибших превысило 3000 человек.»

Лейтенант Рэй Марзулло (452-я группа):

«Когда я прибыл в Корею в качестве запасного пилота, мы перешли на ночные операции, с максимальным ограничением в 55 ночных боевых вылетов. В дополнение к ночным налетам и разведке на дорогах, в сложных погодных условиях применялись радиолокационные бомбометания малой дальности (SHORAN). Точность была замечательной, и, поскольку этих самолетов было очень мало, они часто использовались в качестве разведчиков (маркировщиков цели) для других В-26.

[...] »

Со второй половины августа 1951 г. рост числа SHORAN-бомбардировок пошел на спад в связи с переходом большей части В-26 на ночную охоту за железнодорожным и автомобильным трафиком в тылу противника, но и при этом аппаратура SHORAN могла использоваться в навигационных целях.

К ноябрю 1951 уже 42 из 162 В-26 были оснащены аппаратурой AN/APN-3. Однако насыщению частей на В-26 аппаратурой SHORAN воспрепятствовал массовый переход на ночную работу четырёхмоторных В-29, вследствие чего начался процесс передачи комплектов бортового оборудования из 5-й воздушной армии в Дальневосточное бомбардировочное командование (FEAF Bomber Command).

Тем не менее, несмотря на недостаточную оснащённость В-26, их периодически привлекали к отдельным операциям с использованием SHORAN. Так, с 15 февраля по 11 марта 1952 легкие В-26 совместно с В-29 производили серию налётов на шоссе-железнодорожное «бутылочное горлышко» в ущелье западнее станции Янгдок, т.н. «узость Вадонг» («Wadong choke point», где-то в районе 39.234, 126.593). В-26 произвели 134 вылета, В-29 – 74 вылета, сбросив в общей сложности 3500 шт 500-фунтовых бомб. Результаты были признаны непропорционально малыми приложенным усилиям – ж/д сообщение прерывалось всего на 12 дней, а шоссе-сообщение – на 6-7 дней. Ожидалось, что взрывы бомб вызовут оползни, чего также не произошло.



В-26С из 90-го эскадрона, 3-й бомбардировочной группы (авиакрыла) с «колпаком» SHORAN вместо пулемётной турели.

Другой операцией с предполагаемым применением SHORAN была серия налётов В-26 на «коммуникационные центры» летом – осенью 1952 г. Т.к. к лету 1952 г. тактика беспокоящих ночных налётов на автоколонны и поезда была сочтена частично утратившей эффективность (противник адаптировался и «инвейдерам» стало сложнее обнаруживать цели), решено было нанести удар по логистическим центрам в тылу противника. Проанализировав маршруты движения северокорейских и китайских войск, командованием 5-й воздушной армии США был разработан план удара по 78 «коммуникационным центрам» - населённым пунктам вдоль путей снабжения, который должны были осуществить легкие В-26. Операцию сопровождала психологическая кампания с разбросом листовок с заголовками «Ты следующий», «Вас предупреждали» и т.п. Удары В-26 начались 20 июля 1952 г. и продолжались до декабря. Вероятно в связи с недостатком самолетов, оборудованных аппаратурой SHORAN, была применена классическая тактика «потока» бомбардировщиков. Вначале на цель за 30 минут до подхода основных сил выходили экипажи-«целеуказатели» и обозначали цель зажигательными или маркерными бомбами (М-76 или М-47), а затем на цель с интервалом 5 минут на высоте 4000 футов заходили бомбардировщики с осколочно-фугасными бомбами. Успех налета при этом полностью зависел от успеха «целеуказателя». Обычно цель представляла собой поселок площадью четверть квадратной мили и экипажи укладывали в неё 50-60% сброшенных бомб. На отдельных участках со слабой ПВО удары наносились группами из 4-12 самолетов в дневное время. Результаты налетов были сочтены успешными. Так, например, после авиаразведки атакованного одним из первых населенного пункта Намчонджом, было зафиксировано разрушение 95% строений. От агентуры также поступали обнадеживающие сведения, о случаях накрытия скоплений войск на отдыхе и т.п.



Заправка В-26С с «колпаком» SHORAN 3-й бомбардировочной группы, авиабаза Кунсан, 1951 г.

В июне 1953 г. заметное количество вылетов с использованием SHORAN самолётами В-26 было сделано в серии налетов на северокорейские аэродромы для вывода их из строя.

В июле 1953 г. в ходе отражения последнего крупного наступления северокорейских и китайских войск, которое началось в условиях дождей и низкой облачности, бомбардировщики 17-го авиакрыла (в котором к тому времени были сосредоточены все В-26, оснащенные аппаратурой SHORAN) нанесли удары по 34 целям в прифронтовой полосе. Следует сказать, что такие вылеты носили вспомогательный характер и призваны были помочь разгрузить чрезвычайно интенсивно работающие пункты радарного наведения (TADP), наводящие самолеты на цели в прифронтовой зоне с помощью комплексов MPQ-2 и MSQ-1 (обеспечили только в июле 1953 г. 2247 «слепых» самолетовылетов).

Как уже говорилось выше, кроме двух ударных групп (крыльев) в Корее действовал 162-й (позднее переименованный в 12-й) эскадрон тактической разведки численностью 16-26 самолетов, оснащенный разведывательным вариантом «Инвейдера» - RB-26. Основной задачей этих самолётов была ночная фоторазведка целей, наведение и обеспечение действий ударных самолётов. Типичный, обычно трехчасовой, вылет представлял собой полет по заранее определенному маршруту с фотографированием местности. Стандартное оснащение RB-26 включало в себя бортовую аппаратуру для работы с системами SHORAN и LORAN (дальней навигации), фотокамеры K-19 и K-37, фотоосветительные бомбы М-46. С таким набором оборудования RB-26 мог точно выйти на цель и сделать ночные фотографии хорошего качества с высоты 7000-8000 футов (2000-2500 м). Предпринимались попытки увеличить высоту фотографирования для более

широкого использования SHORAN (выше высота = дальше приём сигнала) с помощью новой камеры К-22 и более мощной фотоосветительной бомбы М-120, но из-за технических сложностей полного успеха достигнуто не было. Неудачей окончилась также попытка летом-осенью 1952 г. вовлечь RB-26 в дневные операции по уточнению карт с помощью записывающего прибора (т.н. «SHORAN-recorder») AN/APA-54. Для этой задачи самолёт RB-26 не имел нужной стабильности в полете и не мог нести достаточно запаса кислорода для полторачасовых полетов на необходимой высоте 20000 футов (6000 м). Проблему в итоге решили другими методами.



RB-26C на авиабазе Кунсан, 1951 г. без «колпака». На месте турели заметен круглый посадочный «наплыв».



*RB-26C 12-го эскадрона с «колпаком» выруливает на взлёт.
Разведчиков отличали по полностью покрашенному черным хвосту.*

SHORAN на самолётах В-29 и В-50

В войне в Корее принимало участие несколько бомбардировочных групп (или, впоследствии, т.н. «крыльев») на самолётах В-29, но основных было всего три: 98-я, 19-я и 307-я, примерно по 30-33 самолётов каждая (списочный состав). Таким образом, общая численность В-29, которые могли быть использованы США против целей в Северной Корее находилась в пределах 100 самолётов. Организационно все три группы плюс ещё одно подразделение - 31-й стратегический разведывательный эскадрон (позднее переименованное в 91-й) – с июля 1950 г. были переданы под одно временное командование – т.н. FEAF Bomber Command – «Дальневосточное бомбардировочное командование» (здесь и далее – ДВБК) которое без существенных изменений просуществовало до самого конца войны. С учётом всех факторов (обучения экипажей, логистики, потеря и т.д.) в среднем ДВБК могло ежедневно отправлять в боевые вылеты примерно 12-15 бомбардировщиков В-29.

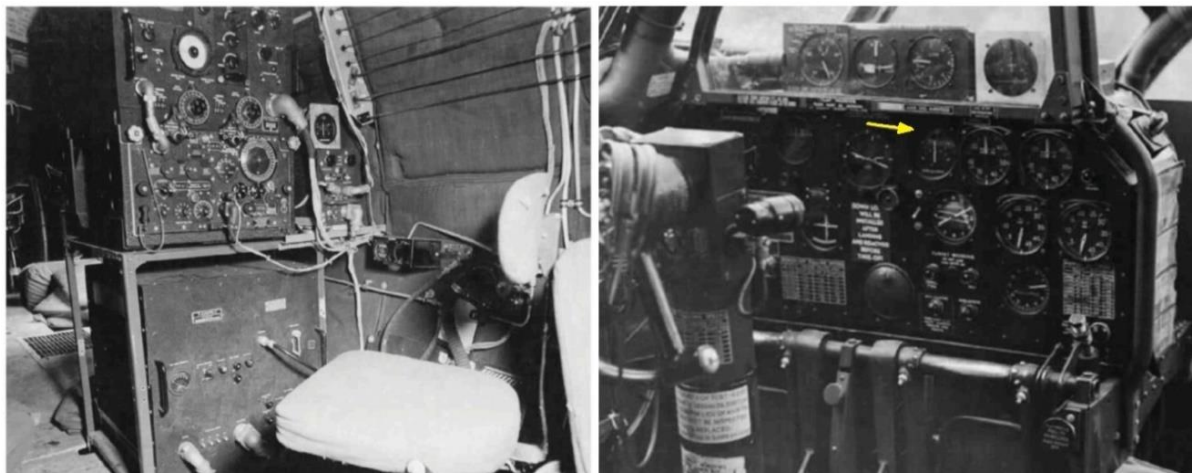
Оборудование и обучение

Первоначально обычные бомбардировщики В-29 не несли аппаратуры SHORAN и до осени 1951 г. производили преимущественно дневные налёты с визуальным бомбометанием. Нормальная работа наземных станций в Корее была налажена только в начале 1951 г., при этом первыми кто стал использовать SHORAN стали лёгкие В-26 и RB-26, организационно подчиняющиеся 5-й воздушной армии. Сочтя этот опыт успешным, ДВБК летом 1951 г. решило оборудовать один В-29 из 98-й группы аппаратурой AN/APN-3. Первый пробный вылет В-29 с аппаратурой SHORAN был произведён 1 июня 1951 г. и был признан успешным, после чего в каждой группе (крыле) аналогичным образом оборудовали по паре самолетов. В дневное время в условиях облачности эти самолёты выполняли роль ведущих, а в ночное время бомбили железнодорожные сортировочные станции, получая одновременно ценный опыт и давая возможность оценить эффективность всей системы.

Установка аппаратуры AN/APN-3 в огромный В-29 могла быть осуществлена в полевых условиях, хотя часть самолетов уже по мере разворачивания конфликта могла дооборудоваться в США. В первом случае дооборудование производилось на авиабазах в т.н.

«эскадронах обслуживания» («Maintenance Squadrons»). Основная часть оборудования (индикаторный блок, компьютер, передатчик, компаратор) устанавливалась в стойку в хвостовом герметичном отсеке в районе рабочего места оператора радара. При этом в носовой отсек к приборной панели пилота нужно было протянуть проводку через туннель над бомбовым отсеком. Ниже фрагмент воспоминаний Эрла Джонса (Earl Joes), сержанта 6332-го эскадрона обслуживания 19-й бомбардировочной группы в Кадене, Япония (<https://www.koreanwar.org/>):

«Моя группа установила системы Shoran (AN/APN-3) на B-29 в Кадене. Установка систем требовала не только установки базовых блоков в радарном кормовом отсеке, но и протягивания проводов оттуда через туннель (над бомбовыми отсеками) к посту штурмана/бомбардира. Летом на Окинаве температура в туннеле B-29, вероятно, составляла от 120 до 140 градусов (40-60 градусов Цельсия). Мы брали один из «прогулочных» кислородных баллонов и вдыхали прохладный (100%) кислород в туннеле»



Right: Later build B-29s had SHORAN installed. This is the operator's station that sent information to the pilot via the repeater indicator. (USAF via DRJ)

Редкое фото аппаратуры AN/APN-3 на борту B-29 (из книги «Kev Darling, BOEING B-29 and B-50 Superfortress»). Слева стойка оператора со всеми основными элементами, включая дубликат PDI. Справа стрелкой показан PDI на приборной панели пилота.

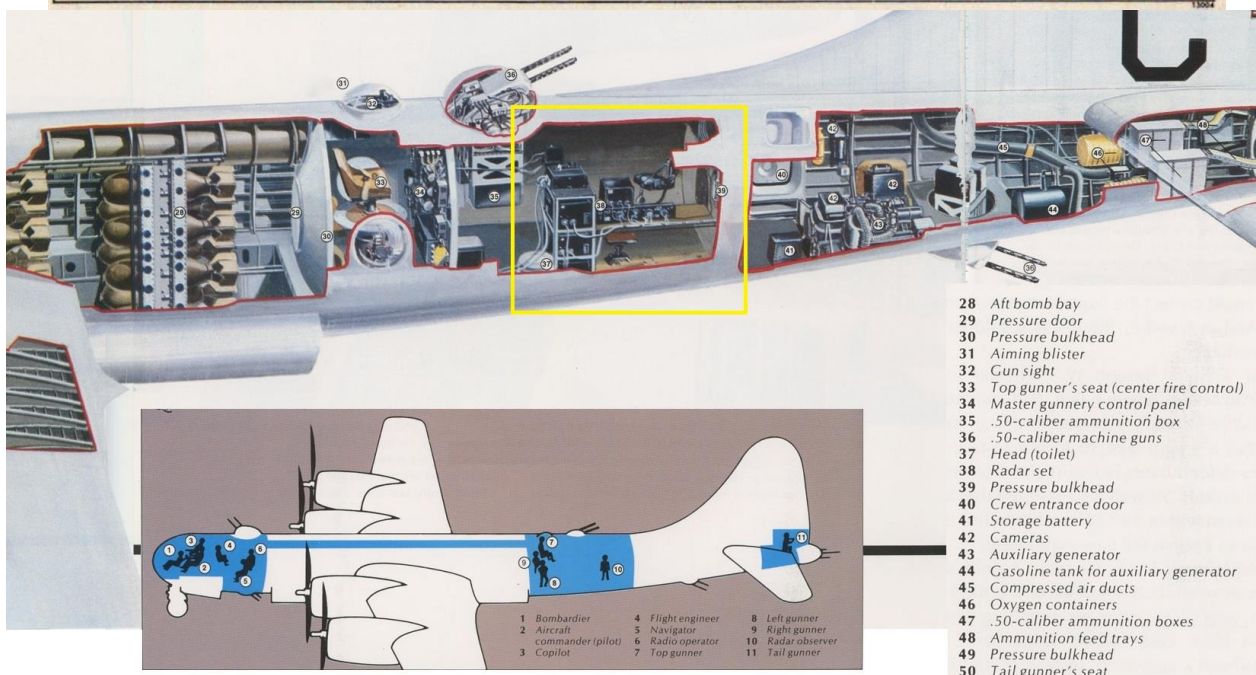
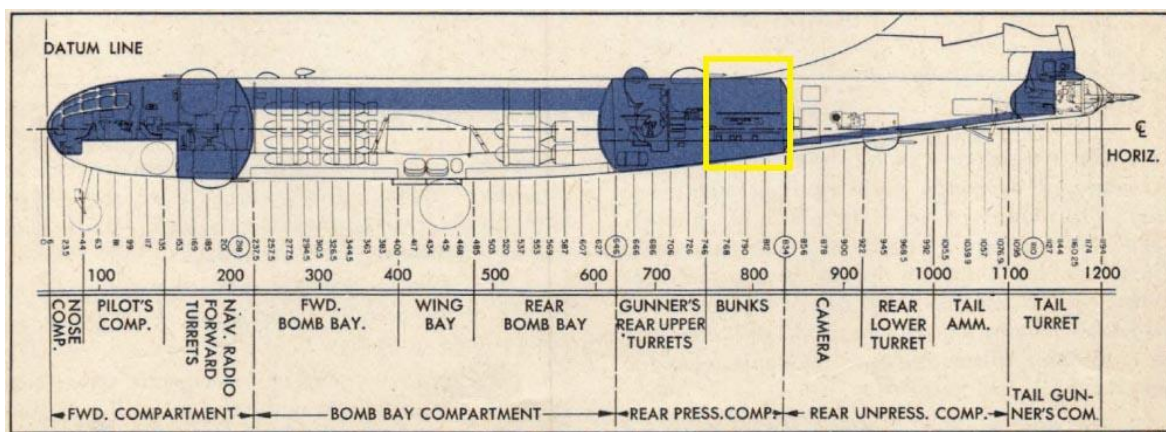
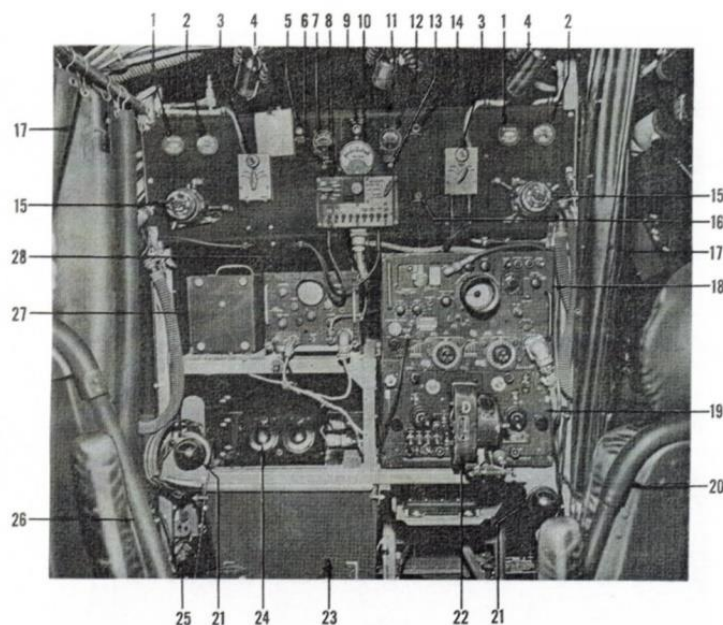


Схема отсеков B-29 с поддержанием нормального атмосферного давления (фиолетовым). Желтым обведен отсек, в котором устанавливалась аппаратура SHORAN, оборудование управления радаром и постановки активных радиопомех (РЭБ). Первоначально этот отсек служил для отдыха экипажа и оснащался местами для отдыха лёжа, поэтому подписан «BUNKS», т.е. «Койки»

Кроме обычного В-29 в Корейской войне приняли участие также самолеты В-50, представлявшие собой глубокую модернизацию В-29 с более мощными двигателями, увеличенным килем и другими элементами. Версии В-50F и В-50G оснащались системами SHORAN, а позднее её улучшенным вариантом – HIRAN (от High Precision SHORAN - улучшение заключалось в более высокой точности измерения расстояния благодаря более совершенным техническим решениям, такое бортовое оборудование стало именоваться AN/APN-84). Вместо бомбардировочного компьютера разведывательные самолеты оснащались специальным записывающим прибором (т.н. «SHORAN-recorder») AN/APA-54, позволявшим точно соотносить фотографию и координаты места, где она была сделана. Разведывательные варианты В-50 - RB-50F и G, стоявшие на вооружении 91-го эскадрона (эскадрильи) стратегической разведки с августа 1951 г. производили вылеты на фото- и радиотехническую разведку над всем ТВД.



hiran operator and gain ride station-
looking forward

- | | |
|--|---|
| 1 OXYGEN FLOW INDICATOR (2 PLACES) | 15 OXYGEN REGULATOR (2 PLACES) |
| 2 OXYGEN PRESSURE GAGE (2 PLACES) | 16 SPECIAL INTERPHONE CALL SWITCH |
| 3 INTERPHONE JACK BOX (2 PLACES) | 17 HIRAN BLACKOUT CURTAIN (2 PLACES) |
| 4 SPOTLIGHT (2 PLACES) | 18 HIRAN RANGE INDICATOR, AN/APN-84 |
| 5 CAMERA PRE-EXPOSURE WARNING LIGHT | 19 HIRAN RECORDER |
| 6 AC BUS SWITCH | 20 HIRAN OPERATOR'S SEAT |
| 7 AC FREQUENCY METER | 21 ASH TRAY (2 PLACES) |
| 8 INTERPHONE CONTROL PANEL | 22 HIRAN RECORDER CAMERA |
| 9 HIRAN INVERTER FAILURE WARNING LIGHT | 23 GAIN RIDE OPERATOR'S TABLE (STOWED) |
| 10 AC VOLTMETER | 24 GAIN RIDE REMOTE CONTROL PANEL |
| 11 FLUORESCENT LIGHT | 25 HEATED SUIT RHEOSTAT |
| 12 DC VOLTMETER | 26 GAIN RIDE OPERATOR'S SEAT |
| 13 HIRAN INVERTER SWITCH | 27 HIRAN FREQUENCY METER (TS-247) |
| 14 INTERPHONE CALL LIGHT | 28 GAIN RIDE INDICATOR (AN/APA-11 MODIFIED) |

Figure 4-21

Вид на рабочее место оператора HIRAN в В-50F. Хотя система HIRAN начала выпускаться только с начала 1953 г. , не исключено что она успела принять участие в Корейской войне.

GENERAL ARRANGEMENT DIAGRAM

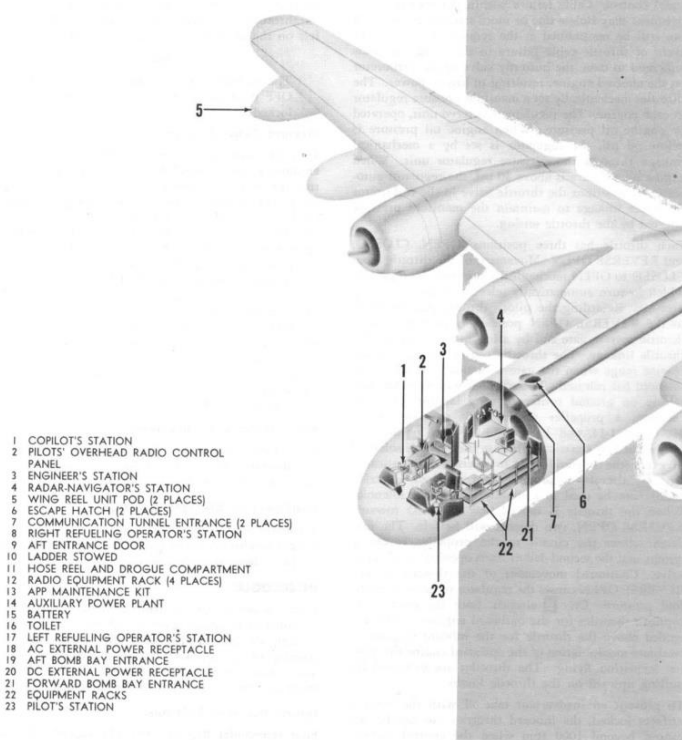


Figure 1-3 (Sheet 1 of 2)

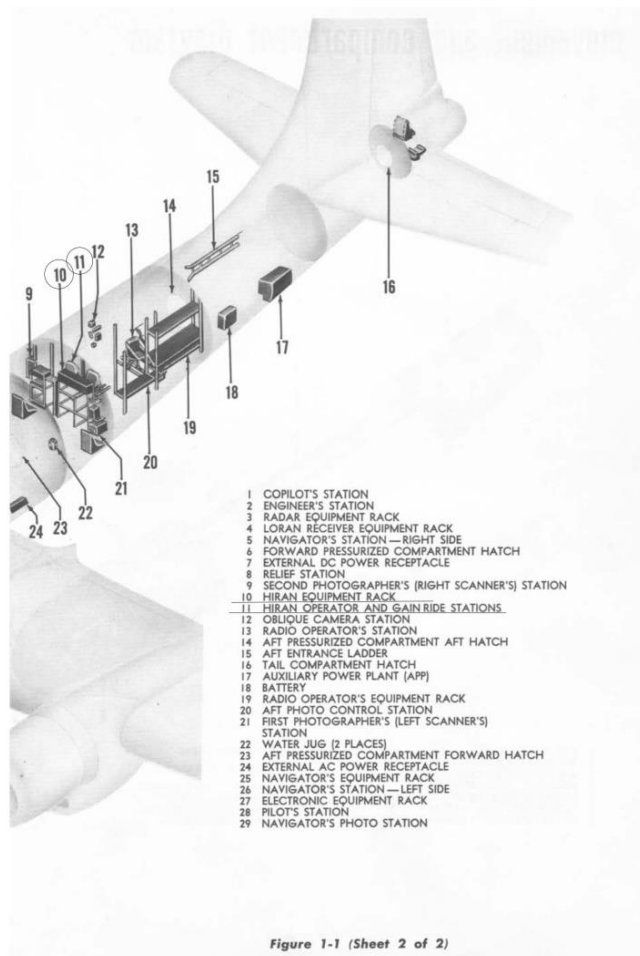
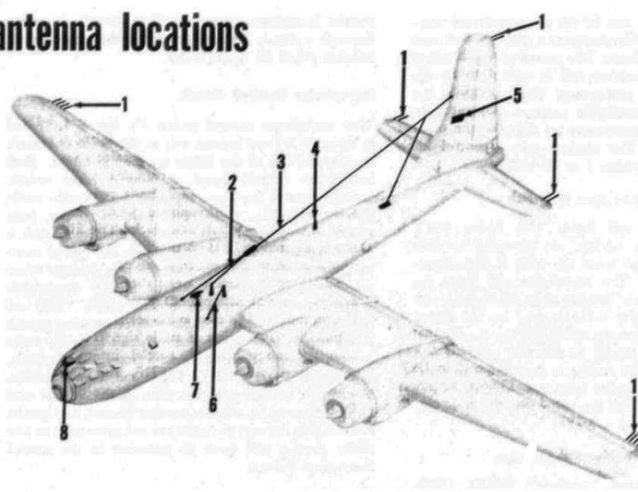


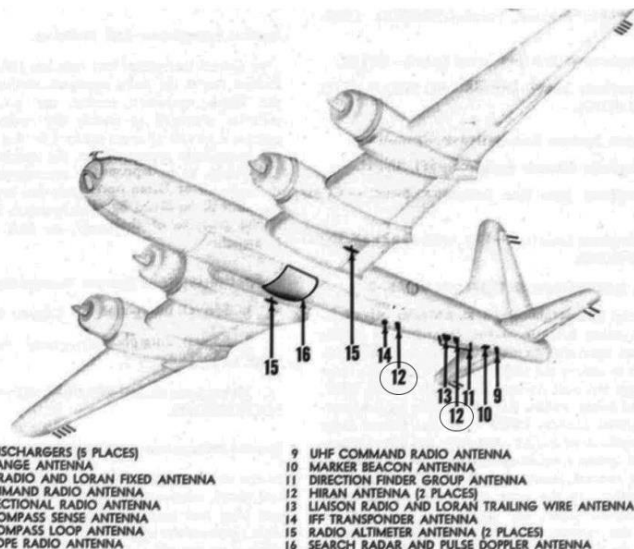
Figure 1-1 (Sheet 2 of 2)

Размещение аппаратуры HIRAN в В-50F (см. элементы 10 и 11)

antenna locations



- 1 STATIC DISCHARGERS (5 PLACES)
- 2 RADIO RANGE ANTENNA
- 3 LIAISON RADIO AND LORAN FIXED ANTENNA
- 4 VHF COMMAND RADIO ANTENNA
- 5 OMNIDIRECTIONAL RADIO ANTENNA
- 6 RADIO COMPASS SENSE ANTENNA
- 7 RADIO COMPASS LOOP ANTENNA
- 8 GLIDE SLOPE RADIO ANTENNA



- 9 UHF COMMAND RADIO ANTENNA
- 10 MARKER BEACON ANTENNA
- 11 DIRECTION FINDER GROUP ANTENNA
- 12 HIRAN ANTENNA (2 PLACES)
- 13 LIAISON RADIO AND LORAN TRAILING WIRE ANTENNA
- 14 IFF TRANSPONDER ANTENNA
- 15 RADIO ALTIMETER ANTENNA (2 PLACES)
- 16 SEARCH RADAR AND PULSE DOPPLER ANTENNA

Figure 4-11

Расположение антенн HIRAN на B-50F (см. элемент 12).

Помимо дооборудования самолётов, второй проблемой, которую вынуждено было решать ДВБК, являлась подготовка экипажей. Определялось, что каждый экипаж считался подготовленным к бомбардировкам по системе SHORAN, если он произвел 35 учебных «сбросов». На практике вводящиеся в строй экипажи производили около 20 учебных бомбометаний, а остальные 15 были «учебно-боевыми», т.е. происходили уже над территорией Серверной Кореи. Подготовка и ввод в строй нового экипажа B-29, таким образом, занимала около трех недель. Так как первым SHORAN стали применять бомбардировщики B-26 «Инвейдер», то на первых порах обучение экипажей B-29 производили экипажи «Инвейдеров». До середины 1952 г. экипажи тренировались на Дальнем востоке, а со второй половины 1952 г. тренировка пополнения производилась и на территории США, на базе 90-го эскадрона стратегической разведки на авиабазе Форбс (Топека, штат Канзас). К 1953 г. из 500 часов тренировочного полётного времени, выделяемого каждому авиакрылу на B-29, примерно половина тратилась на SHORAN-тренировки. Например, в 98-й авиагруппе (крыле) в апреле 1953, когда практика тренировки и ввода в строй экипажей уже более-менее устоялась, из общего числа тренировочных вылетов в на долю учебных SHORAN-вылетов пришлось 50%. В то время как на тренировку визуального бомбометания – 10% вылетов, а остальные 20% пришлось на тренировку бомбометания с помощью радара и столько же на общую подготовку пилотов.

Боевое применение

Первый испытательно-боевой вылет с использованием системы SHORAN произвела 1 июня 1951 г. 98-я группа (крыло), 23 июня за ней последовала 307-я группа, а 9 июля 1951 г. первый вылет произвела 19-я группа. Эти первые вылеты рассматривались ДВБК как тренировочные. Их предварительная планируемая интенсивность первоначально предполагалась на уровне 18 самолетовылетов в сутки.

Даже не завершившие полностью обучение экипажи показали хорошие результаты. Так, при дневном налете на 11 июля 1951 г. на Хванджу шесть B-29, бомбившие визуальным методом, с высоты 6000 м добились 30 м кругового вероятностного отклонения (КВО), в то время как бомбившие 26 июля главную сортировочную станцию Пхеньяна с помощью SHORAN 11 B-29 с той же высоты в условиях сильной (9/10) облачности добились 55 м КВО. 26 сентября 19-я группа сквозь плотную (9/10) облачность бомбила мост у ж/д станции Сунчхон и добилась попадания в центральный пролёт моста. И хоть далеко не все вылеты были такими же успешными, в целом в период с 1 июня по 30 сентября 1951 г. ДВБК оценило КВО для вылетов с помощью SHORAN на уровне ок. 150 метров. Кроме непосредственно бомбометания, дуги SHORAN использовались в навигационных целях, а сама система, как уже говорилось, в качестве запасного метода бомбометания. Однако в этот период ДВБК всё же требовало при наличии условий видимости в первую очередь применять проверенный визуальный метод.

Октябрь 1951 г. стал поворотной точкой в использовании B-29 в Корейской войне. При дневном налете 23 октября (SHORAN-вылет) девяти B-29 из 307-й группы на аэродром Намси истребителями МиГ-15 было сбито 3 и повреждено ещё 5 бомбардировщиков. А всего с 18 по 28 октября 1951 г. ДВБК потеряло 5 самолётов B-29 и 55 летчиков, хотя до этого за всю войну от МиГов было потеряно только 6 B-29. Это был серьёзный удар. Имея на театре всего около 100 самолётов B-29, позволить себе нести потери с такой интенсивностью ДВБК не могло и с ноября 1951 г. перешло на ночные операции. Метод «слепой» бомбардировки с помощью системы SHORAN отныне признавался основным. Для быстрого оснащения бомбардировщиков B-29 командование 5-й (тактической) воздушной армии было приказано ускоренным порядком передать в ДВБК 75 бортовых комплектов AN/APN-3. На период дооборудования и дообучения экипажей часть B-29 переназначивалась на тактическую поддержку войск (бомбардировки по целеуказанию наземных станций TADP MSQ-2), а часть на операции по разбросу листовок в тылу противника.

Переход на ночные действия не изменил приоритетов ДВБК. Как и ранее для дневных вылетов, приоритетными целями для B-29 считались 1) строящиеся аэродромы на территории Северной Кореи 2) железнодорожные и шоссейные мосты 3) наиболее важные железнодорожные узлы и сортировочные станции. Так как после дневных и ночных налётов в октябре-ноябре 1951 г. все ключевые аэродромы были временно выведены из строя (например, только на Намси в ноябре было сброшено 170 тонн бомб), то основное внимание зимой и весной 1952 г. было уделено мостам. B-29 периодически подключались к проводимой 5-й воздушной армией операции «Удушение» («Strangle»), а с марта по май 1952 г. – к операции «Насыщение» («Saturate»). Налеты на цели производились «потокками» численностью от 6 до 16 бомбардировщиков. В отдельных случаях при атаке наиболее важных объектов это число доходило до 47 (как в налете на мост у Синийджу 28 марта 1952 г.). Хронология некоторых из этих ударов представлена ниже.

- | | |
|---------------|--|
| - 10/11 марта | - 10 B-29 вывели из строя «бутылочное горлышко» в 10 милях к востоку от Сучона (т.н. «Sinchang-ni chokepoint») |
| - 24/25 марта | - 41 B-29 атаковали мосты в районе Пхеньяна, выведя из строя ок 70 метров мостовых пролётов |
| - 27/28 марта | - 47 B-29 атаковали мосты в районе Синанджу, выведя из строя ок 100 метров мостовых пролётов |

- 31/1 апреля

- 13 В-29 вывели из строя мост у Хыйчона (т.н. мост Sinhung-dong)

Всего с 15 января по 15 апреля 1952 г. ДВБК поразило 168 мостов и зафиксировало 102 попаданий в железнодорожное полотно. Эти успехи, однако, обесценивались скоростью ремонта повреждений северокорейскими рабочими, которые повреждения ж/д полотна могли отремонтировать в течение 6 часов, а мост – в течении 2 суток, возводя временные деревянные конструкции взамен разрушенных. Кроме того, весной 1952 г. насыщение северокорейской ПВО шло такими темпами, что американцы стали вынуждены предпринимать меры для уплотнения «потока», чтобы бомбардировщики находились над целью как можно в большем количестве как можно меньшее время. Из воспоминаний Ральфа В. Хейса, хвостового стрелка В-29 «Одинокый хорёк II» («Lonesome Polecat II») 98-й группы об одном из вылетов летом 1952 г. (https://thekwe.org/topics/b29s/p_b29s_hayes_ralph_w.htm):

« [...]

Бомбардировки производились с использованием радара Shoran

[...]

Система была достаточно точна, чтобы определять положение самолета в пределах 50 футов.

На некотором расстоянии от цели оператор должен был сообщить экипажу, что они приближаются к «дуге». Его сообщение выглядело примерно так:

«Командир, мы в 50 милях от цели и в 1500 футах снаружи дуги. Сейчас мы в 40 милях от цели и в 500 футах снаружи дуги и плавно приближаемся. Мы быстро приближаемся, медленнее. Мы в 30 футах внутри дуги, возвращаемся. Мы на дуге. Мы в 15 милях от целевой области и мы на дуге».

Двери бомбового отсека открывались, и вибрации от сопротивления воздуха чувствовались по всему самолету. Смысл был в том, чтобы сбросить бомбы точно в рассчитанной точке на дуге.

В одну особую ночь, которую я после всех этих лет все еще отчетливо помню, зенитный огонь был очень сильным. По какой-то причине заход на бомбометание прошел не так как надо, и мы не были на дуге, когда приближались к точке сброса. По тону голоса командира было слышно, что он недоволен. Прямо перед целью он передал: «Бомбардир, попридержи бомбы! Идем на второй заход. В этот раз давайте сделаем всё правильно. Мы не будем летать вглубь Северной Кореи чтобы сбрасывать бомбы, которые не попадают в цель».

Для меня, девятнадцатилетнего хвостового стрелка, наблюдавшего все эти яркие вспышки от зенитных снарядов вокруг, это решение было, мягко говоря, «расстраивающим». Помню, я сказал себе: «Да ладно, мы же уже сделали заход! Убирайте эту штуку отсюда, пока мы все целы».

Мы сделали круг и где-то примерно в 50 милях от цели снова встали на дугу. На этот раз мы сделали все как надо и сбросили бомбы в цель. Когда мы делали этот второй заход, зенитный огонь был все еще очень сильным. После сброса бомб створки закрывались, и стрелок центрального поста (CFC) спрыгнул со своего места и заглянул в кормовой бомбоотсек, чтобы убедиться, что там не висят бомбы. Радист таким же образом проверил передний бомбоотсек. В этот момент он (радист) посмотрел вверх через астрокупол и доложил, что наблюдает зенитный огонь под нами через бомбоотсек и над нами через астрокупол. Поскольку в отсеке хвостового стрелка было остекление с трех сторон, лично я мог видеть такой же зенитный огонь позади и по обе стороны от нас.

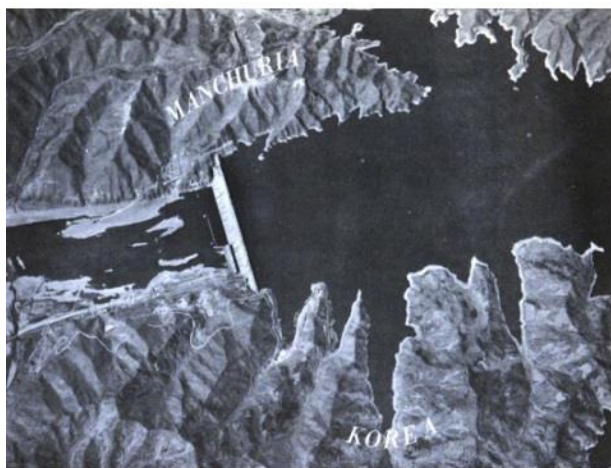
После сброса бомб нам пришлось лететь прямым курсом, пока бомбы должны были пролететь 5 или 6 миль до земли. Одна из бомб была фотоосветительной, для того чтобы камера на нашем самолете могла сделать снимки, демонстрирующие эффективность нашей бомбардировки. После того, как фотографии были сделаны, командир опустил нос нашего самолета, который назывался «Одинокый хорек II», и, накренив, начал маневр уклонения, чтобы попытаться вернуть нас домой
[...] »

Но к лету 1952 г. ПВО Северной Кореи усилилось не только за счет наземных зенитных средств – во всё большем масштабе начали отмечаться действия ночных истребителей, в основном МиГ-15. Первые 8 месяцев, с ноября 1951 по июнь 1952 г., переход В-29 на ночные действия и массовое использование SHORAN, казалось, решило проблемы с «МиГами». Единственный успешный перехват произошел ночью 23 декабря 1951 г., когда два из восьми В-29 19-й группы были повреждены в ходе налёта на аэродром Уйжу (Ыйджу). Но в июне 1952 г. выяснилось, что противник попытался адаптироваться к изменениям обстановки. В ночь с 10 на 11 июня 1952 г. 11 самолётов В-29 19-й группы, направленные на бомбардировку ж/д моста в районе Кваксан, освещались прожекторами в течении 35 минут и подверглись, по оценкам американской стороны, скоординированным атакам не менее чем 12 МиГ-15. В результате один В-29 взорвался над целью, ещё один был сбит, а третий получил такие повреждения, что был вынужден совершить аварийную посадку на авиабазе Кимпо в Корею (вместо Японии). Примечательно, что единственным самолётом, которому удалось избежать освещения прожекторами, стал замыкающий В-29, который использовал средства РЭБ. После этого наглядного примера ДВБК стало уделять вопросам РЭБ гораздо больше внимания, чем до этого. Кроме того, с июля 1952 г. для защиты от прожекторов нижние части самолётов стали красить в черный цвет Тем не менее, ДВБК продолжало нести потери до января 1953 г., когда окончательно устоялась тактика «уплотнения» потока, применения РЭБ, вылетов в безлунные ночи и пасмурную погоду и другие контрмеры.

В июле-сентябре 1952 г. ДВБК уже начало испытывать недостаток стратегических целей (достойных В-29) и переключилось на атакованные ранее, но, предположительно, отремонтированные объекты, а также остатки северокорейской промышленности, в том числе вдоль р.Ялу. Ниже хронология некоторых заметных ударов с участием В-29 в этот период:

- | | |
|----------------------|--|
| - 11/12 июля | - бомбардировщики В-29 приняли участие в операции «Напорный насос» («Pressure Pump») – массированном ударе по Пхеньяну совместно с самолётами 5-й воздушной армии и палубной авиации, которые действовали днём. Всего в налёте участвовало 54 В-29, поразивших 8 целей. |
| - 19/20 и 21/22 июля | - 44 В-29 нанесли серию ударов по ГЭС №2 Чосинского (Чанджинского) каскада: (Chosen No.2 - 40.183, 127.3) |
| - 30/31 июля | - 64 бомбардировщика В-29, сбросив в массированном налёте ок 350 тонн бомб, уничтожили (90% повреждений) завод бывшей японской металлургической компании «Восточный свет» («Oriental Light Metals Plant»), который был упущен из виду при стратегических бомбардировках в 1950 г. |
| - 1-30 июля (месяц) | - суммарно за июль 1952 г. В-29 произвели 71 вылет против железнодорожных узлов, но с минимальным эффектом – было зафиксировано уничтожение или повреждение всего 17 вагонов – непропорционально мало приложенным усилиям. В дальнейшем это повлияло на пересмотр стратегии выбора целей для В-29. |

- 17/18 августа - 14 B-29 серьёзно повредили (60% разрушений) завод вооружений в районе Наквона (Nakwon, он же Ragwon, 40.0469, 124.4391, 4 мили юго-восточнее Синийджу), который по данным разведки производил до 1000 противотанковых и 5000 ручных гранат ежедневно.
- 28/29 августа - 16 B-29 бомбили ГЭС №1 Чосинского каскада (Chosen No.1 - 40.216, 127.28)
- 30 августа/1 сентября - 60 B-29 снова бомбили ГЭС №1 Чосинского каскада (Chosen No.1 - 40.216, 127.28). После этого, по данным американцев, ГЭС №1 (как и ГЭС №2) были полностью выведены из строя до конца войны.
- 12/13 сентября - 29 B-29 нанесли удар по ГЭС Сунхун (Suiho), добившись 5 прямых попаданий 2000-фунтовыми полубронебойными и 500-фунтовыми бронебойными бомбами в главный машинный корпус, а также 36 попаданий в трансформаторные подстанции и прочие инфраструктурные объекты. Действия ударной группы прикрывали 6 B-29 выделенных специально в качестве самолётов РЭБ (летали в 20 милях восточнее цели и ставили помехи советским РЛС) и 6 легких B-26, действовавших против прожекторов (подавили 8 из 30 установок). Потери составили 2 B-29 (один сбит ночным «мигом» и упал в районе цели, второй разбился при вынужденной посадке на территории Южной Кореи) и несколько поврежденных мощным зенитным огнём
- 30 сентября/1 октября - 48 B-29 нанесли удар по химическому предприятию в районе Намсан-Ни южнее р.Ялу (вероятно 42.41066, 129.65499). Была использована та же тактика, что и при налете на ГЭС Сунхун в ночь на 13 сентября. 3 B-29 выполняли роль самолётов РЭБ, ещё 7 лёгких B-26 смогли подавить 8 из 40 прожекторов. Несколько B-29 получили повреждения от зенитного огня, атак ночных истребителей не отмечалось. По оценке американцев это был последний крупный работающий промышленный объект на территории Северной Кореи.



Слева - ГЭС Сунхун (японское название - Suihō). Построена Японией в 1944 г., на момент ввода в эксплуатацию – 3-я в мире по мощности. Бетонная плотина имела высоту 105 м и длину 885 м. Трехэтажное машинное здание шириной 20 м и длиной 180 м расположено на корейском берегу у основания плотины. Справа - на японском фото 1944 г. показаны трансформаторы мощностью 100000 кВА каждый.

Представление об условиях налёта на цели в районе р.Ялу даёт фрагмент из книги бывшего бортстрелка B-29 Бада Фаррелла «No Sweat» (название самолёта)

«[...]

Ранний вечерний взлет около 19:30 должен был вывести нас над Суихо вскоре после полуночи [...] в потоке трех групп бомбардировщиков, с шестидесятисекундным разделением (примерно 3 мили) между всеми самолетами со взлета и на протяжении всего вылета, запланированного как "максимально усиленный", требующего практически всех пригодных для полетов самолетов, до 60 кораблей, по двадцать от каждой группы.

[...]...мы прошли 200 миль до I.P. (начальной точки) для нашего захода на цель в гораздо более ясном, чем предполагалось, небе. Когда мы приблизились к I.P. с юго-востока и до нашего поворота налево на бомбометание я мог видеть сотни вспышек зенитных орудий, как на земле, так и в воздухе на нашей высоте и выше, и множество щупалец прожекторов, направленных на самолет впереди нас. Почти улица лучей, выстроенных вдоль нашего курса. [...]

Когда мы повернули на цель, не допуская никаких отклонений или ухода с курса, наш командир (А.С.) вышел в эфир по внутренней связи и сказал: «Держись за задницы... они гоняются за нами прямо впереди, черт бы их побрал»...[...] Это был единственный раз, когда на мне и подо мной были тяжелые полотняные бронежилеты. Вражеские самолеты сбрасывали яркие оранжевые и белые парашютные осветительные ракеты над потоком бомбардировщиков, чтобы осветить B-29 для патрулирующих МиГов, ожидающих атаки, причем некоторые из них были настолько настроены атаковать, что преследовали B-29 прямо под их собственным зенитным огнем.

[...]

С этой начальной точки и до самого сброса, вокруг нас непрерывно звучали зенитные разрывы, возможно, тысячи в пределах видимости, как очень длинная вереница петард, взрывающихся перед вашим лицом. И все они в темноте казались ближе, чем они были на самом деле. Прожекторы искали цели с обеих сторон реки, пытались найти и поймать нас... А затем одна огромная всепоглощающая вспышка прямо перед нами превратила все остальные в ничто по сравнению с ней. B-29 прямо перед нами больше не существовал, только горящие обломки, летящие в темноте к склону холма на маньчжурской стороне реки. Наш пилот (второй пилот) закричал по внутренней связи: «Боже, посмотрите на это!» B-29 прямо перед нами получил прямое попадание и рассыпался на части от взрыва своей полной бомбовой нагрузки... и двенадцать человек! Это навсегда осталось со мной, как то, как мог бы выглядеть «Дантов ад»!

Пока мы летели, я попытался забраться в зенитный шлем и стать еще меньше и рефлекторно, судорожно нырнул за прицел, сквозь вспышки, прожекторы и грохот падающих осколков зенитных снарядов на наш корабль, и это был ЕДИНСТВЕННЫЙ раз, когда я действительно почувствовал запах cordita от взрывов зенитных снарядов. В какой-то момент мы получили прямое попадание крупного снаряда, который чудесным образом НЕ взорвался при контакте, пройдя через наше горизонтальное оперение ОЧЕНЬ близко к фюзеляжу и отсеку хвостовых стрелков. Он прошел рядом с вертикальным

стабилизатором, прорезав его примерно на десять футов и, возможно, взорвался выше и позади нашего корабля, не повлияв на наши органы управления или другое оборудование и не был обнаружен, пока мы не приземлились.
[...]



В-29 "No Sweat", 93-го эскадрона 19-й бомбардировочной группы (бортовой номер 44-70134), принимавший участие в налёте в ночь на 13 сентября на ГЭС Сунхун (Суйхо).



長津江第一發電所建屋及び据付中の鉄管を望む

※建屋手前が堡庄駅 (新興鐵道)

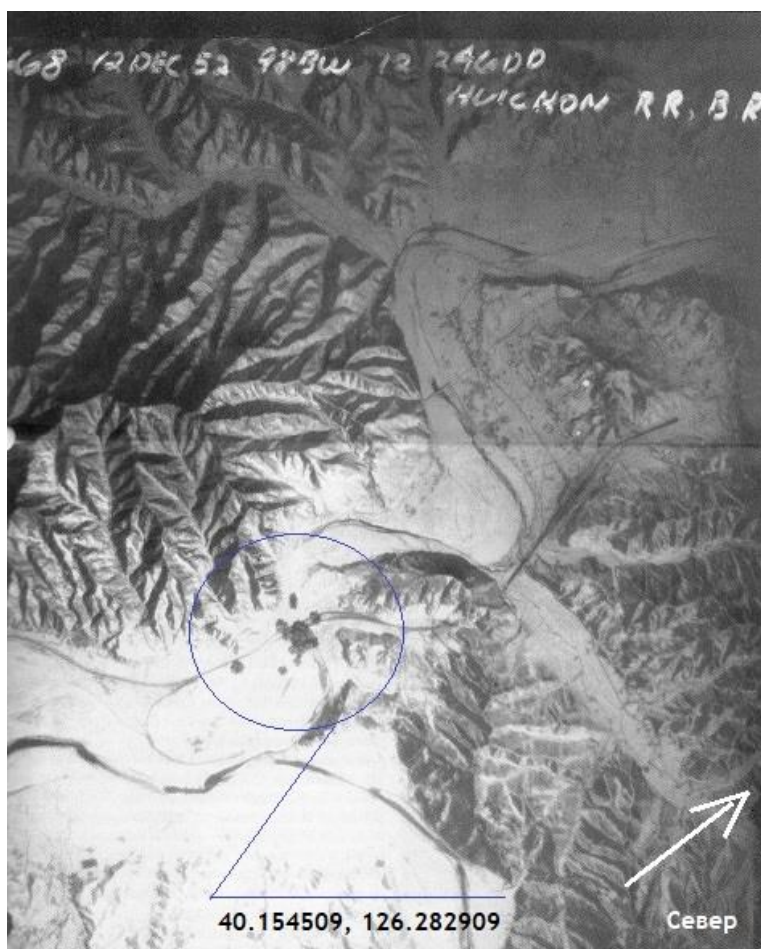
Вид на водопроводные трубы и здание ГЭС №1 Чосинского каскада (Chosin №1)
- цель бомбардировок В-29 в конце августа-начала сентября 1952 г.



Завод вооружений в Наквоне. Фото до и после удара В-29 в ночь с 17 на 18 августа 1952 г.

В октябре 1952 г. В-29 планировалось задействовать по целям между Синьиджу и Уйжу, однако в ожидании плохой погоды они производили налёты по «центрам снабжения» и прочим военным целям, редко пересекая линию реки Чонгчон. В ожидании плохой погоды до ноября крупных налётов в «аллее мигов» не производилось. Обычно атаковалось по 2 цели за ночь шестью бомбардировщиками каждая. В конце октября-начале ноября 1952 г. была нанесена серия ударов по т.н. «комплексу снабжения Сопо» - большой хорошо защищённой территории в нескольких милях к северу от Пхеньяна, где разведкой было обнаружено 106 отдельных целей. Точечные удары наносились по небольшим заводам и рудникам в восточной части Северной Кореи. В ноябре-декабре с ухудшением погоды начались налёты на хорошо защищённые цели в том числе вблизи Ялу. Некоторые из них описаны ниже.

- 12/13 ноября - 6 В-29 нанесли удар по восстановленным мостам в Пхеньяне (обрушено 4 пролёта)
- 13/14 ноября - 5 В-29 без особого успеха (4% поражения) использовали зажигательные бомбы по «комплексу Сопо»
- 17/18 ноября - неизвестное кол-во В-29 нанесло удар по руднику Чок-тонг №3 (Choak-tong) к востоку от Синийджу
- 18/19 ноября - 6 В-29 в ясную ночь атаковали «центр снабжения» в Сончхоне (39.799, 124.913), «мигом» сбит 1 В-29 (упал в 5 милях к северу от о.Чо-До)
- 28/29 ноября - 44 В-29 тремя волнами с интервалом 45 мин произвели массированный налёт на цели в районе Синийджу-Уйжу. 14 бомбардировщиков атаковало аэродром Синийджу, 6 – там же – железнодорожное ремонтное депо, 10 – аэродром Уйжу, 4 – склады и узел связи в Уйжу, остальные, по видимому, выполняли роль самолётов РЭБ. Несмотря на растянутость по времени и ясную ночь, налёт прошел без потерь. Склады и узел связи пострадали незначительно, остальные цели были сочтены пораженными в достаточной мере.
- 12/13 декабря - 14 В-29 нанесли повторный удар по Уйжу, применяя 500-фунтовые фугасные и зажигательные бомбы. В этот раз степень поражения цели была оценена в 50%, а сам район Уйжу после этого налёта был «вычеркнут из списка целей».
- 12/13 декабря - 4 В-29 нанесли удар по ж/д мосту в районе г.Хыйчон (40.154509, 126.282909), добившись точного попадания. Несколько В-29 получили повреждения от сильного зенитного огня.
- 29/30 декабря - 11 В-29 атаковали расположение войск противника в Тигам-ни (Teagam-ni, вероятно Тэгван – 40.219, 125.233), уничтожив «146 построек»
- 30/31 декабря - неустановленное число В-29 (вероятно не менее 20) произвели налет на рудно-перерабатывающий завод Чоак-Тон в районе р.Ялу (описывался в американской прессе как «105-акровая цель в 25 милях к юго-западу от Уйжу», возможно 40.458, 124.891). Благодаря прекрасной видимости в лунную ночь несколько советских МиГ-15 смогли сбить 1 и повредить ещё 2 В-29 (совершили вынужденные посадки на аэродроме Сувон и были позже списаны). Вторая волна В-29 по советским данным отказалась от атаки, уйдя на запасную цель.



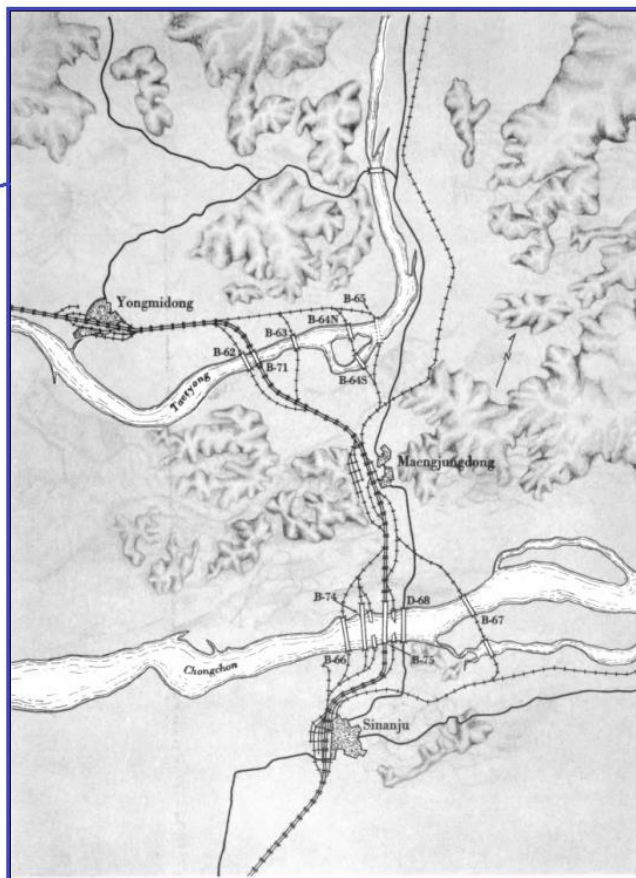
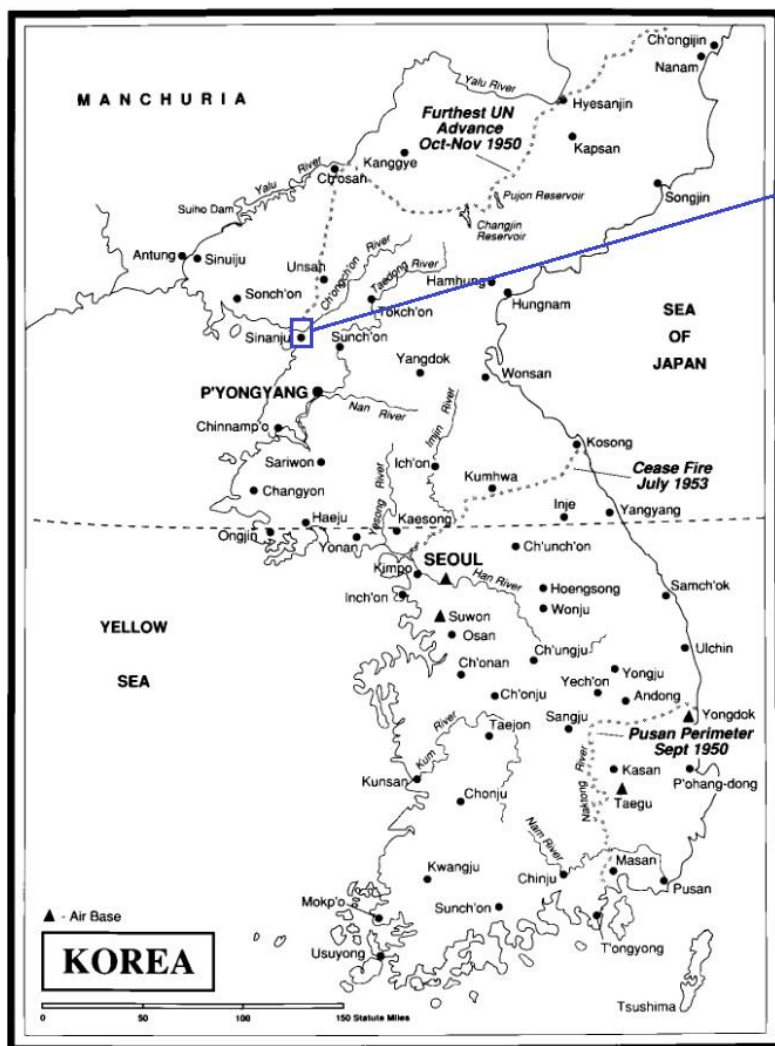
Попадание в ж/д мост в районе Хыйчона 12/13 декабря 1952 г., ночное фото с В-29 98-й группы (крыла)
https://thekwe.org/topics/b29s/p_b29s_pitts_denny.htm

В декабре 1952 г. авиаразведка США зафиксировала невиданное ранее число транспортных средств двигавшихся по ночам по дорогам в Северной Корее – более 80 тыс. - и интерпретировала это как подготовку к наступлению противника. Поэтому с 2 января 1953 г. ВВС США в Корее снова перенацеливались на борьбу с трафиком, мостами и подвижным ж/д составом. ДВБК приняло участие в этих ударах в ночь на 5 января (12 В-29 бомбили Хыйчхон (Huiichon)) и далее с 10 по 15 января 1953 г., производя налёты группами от 4 до 6 самолётов В-29 на ж/д сортировочные станции и депо в Сончхоне, Анджу, Пугвоне (Pugwon), Квасане и др. В этих налётах в ночь на 11 января над Анджу был потерян один В-29. Отдельно стоит отметить налёт 11 В-29 в ночь на 17 января 1953 г. на радиостанцию в Пхеньяне. Поражение этой точечной цели (в чем проявляли заинтересованность как командование ВВС, так и вышестоящее Дальневосточное командование) осложнялось тем, что в 750 футах (230 м) к северо-западу от неё находился лагерь военнопленных, а сама радиостанция находилась в бетонном бункере в 45 футах (12 м) под землёй. В результате налёта удалось добиться 15 попаданий в цель 2000-фунтовыми (900 кг) бомбами, но работу станция прекратила только после следующего налёта 15 февраля по близлежащему центру связи, в результате чего радиостанция оказалась обесточена.

В целом январь 1953 г. стал тяжелым для экипажей В-29 – ночными истребителями было сбито 4 самолёта и ещё несколько повреждено (из них по крайней мере один В-29 – тяжело). После января 1953 г. В-29 окончательно перешли на работу в безлунные ночи и сильную облачность и, как следствие, до конца войны уже не несли боевых потерь.

В феврале 1953 г. значительной активности В-29 не отмечалось, а в марте-апреле продолжились удары по тем же целям – мостам, центрам связи, складам, коммуникационным центрам, сортировочным станциям, депо и так далее. Производились налёты и в район р.Ялу.

В марте ДВБК приняло участие в операции «Весенняя оттепель» («SPRING THAW») – серии ударов ВВС 5-й воздушной армии США по путям снабжения противника. В-29 приняли участие в этих ударах в ночь на 22 марта (18 В-29), обрушив пролеты двух мостов и повредив подъездные пути у третьего в районе «бутылочного горлышка» Синанджу - Ёнгмидонг. В ночь на 23 марта 8 В-29 «добили» третий мост, хотя обнаружили при этом, что один из ранее поврежденных мостов почти починен и введен в строй. В апреле была произведена серия налетов на те же цели – в ночь на 7, 8 и 12 апреля 15 В-29 выводили из строя, соответственно, по три и два моста. Однако скорость работы ремонтных бригад противника была такова, что мосты могли вводиться в строй в течении всего 24 часов, что по мнению ДВБК было «каким-то чудом». Кроме действия по мостам в ночь на 13 марта 12 В-29 разрушили рудно-перерабатывающий завод Чоак-Тан, а в ночь на 17 марта произвели крупный налёт 21 В-29 на индустриальную и складскую зону «Пунгха-донг» (Pungha-Dong) в 3 милях к югу от Синийджу (50% повреждений).



«Бутылочное горлышко» Синанджу – Ёнгмидонг (топоним Ёнгмидонг не находится на современных картах)

В мае-июне 1953 г. удары по местам концентрации войск, центрам снабжения и тому подобным целям продолжились. Всего в мае В-29 произвели 35, а в июне - 12 таких налётов. Наиболее заметные из них:

- 10/11 мая - 39 В-29 атаковали т.н. «центр снабжения и концентрации войск Янгси» (Yangsi), представлявший собой площадную цель из различных построек, барачных и складов в 12 милях к юго-востоку от Синийджу. Зафиксировано разрушение 63% построек (652 постройки)
- 18/19 мая - 18 В-29 нанесли повторный удар по «комплексу Янгси», уничтожив 166 построек и барачных
- 19/20 мая - 14 В-29 уничтожили 116 зданий в аналогичном «комплексе Унсан-Донг» в 8 милях к западу от Синанджу.
- 7/8 июня - 14 В-29 уничтожили 250 (50%) построек в аналогичном «комплексе Унванг-по» в 20 милях к юго-востоку от Синийджу.

Кроме того, для большей уступчивости корейско-китайской стороны на затянувшихся переговорах о перемирии началась серия ударов ВВС США по ирригационным дамбам, что по замыслу американцев должно было нарушить производство основной сельхоз культуры Кореи - риса, и создать проблемы с продовольствием войскам и населению. В-29 приняли участие в этой операции следующим образом:

- 21/22 мая - 7 В-29 атаковали дамбу Кувонга (Kuwonga dam), сбросив на неё 56 2000-фтовых (900 кг) бомб. 4 бомбы (по другим данным 7) попали точно в дамбу, но прорыва воды не произошло. Наученные горьким опытом налётов

- тактической авиации на дамбы Токсан(Toksan) 13 мая и Часан (Chasan) 16 мая, когда разрушение дамб приводило к наводнениям, северокорейцы спустили воду из водохранилища.
- 28/29 мая - 14 В-29 снова атаковали дамбу Кувонга, сбросив 112 2000-фунтовых бомб и добившись 5 попаданий. Однако вода в водохранилище была спущена и прорыва воды по-прежнему добиться не удалось.
 - 14/15 июня - 10 В-29 сбросили 120 1000-фунтовых (450 кг) бомб на дамбу Токсан в дополнение к дневному удару 40 F-84 и 16 F-86. Было зафиксировано 4 прямых попадания в дамбу.
 - 18/19 июня - 16 В-29 вновь атаковали дамбу Токсан 2000-фунтовыми бомбами, обрушив западный край дамбы. Но вода из водохранилища была спущена и к каким-либо катастрофическим результатам бомбардировка не привела.

В целом операция против ирригационных дамб, задуманная как молниеносный мощный удар, растянулась на несколько недель, была признана неудачной и была досрочно прекращена.



Ирригационные дамбы Северной Кореи – цели атак в мае-июне 1953 г.

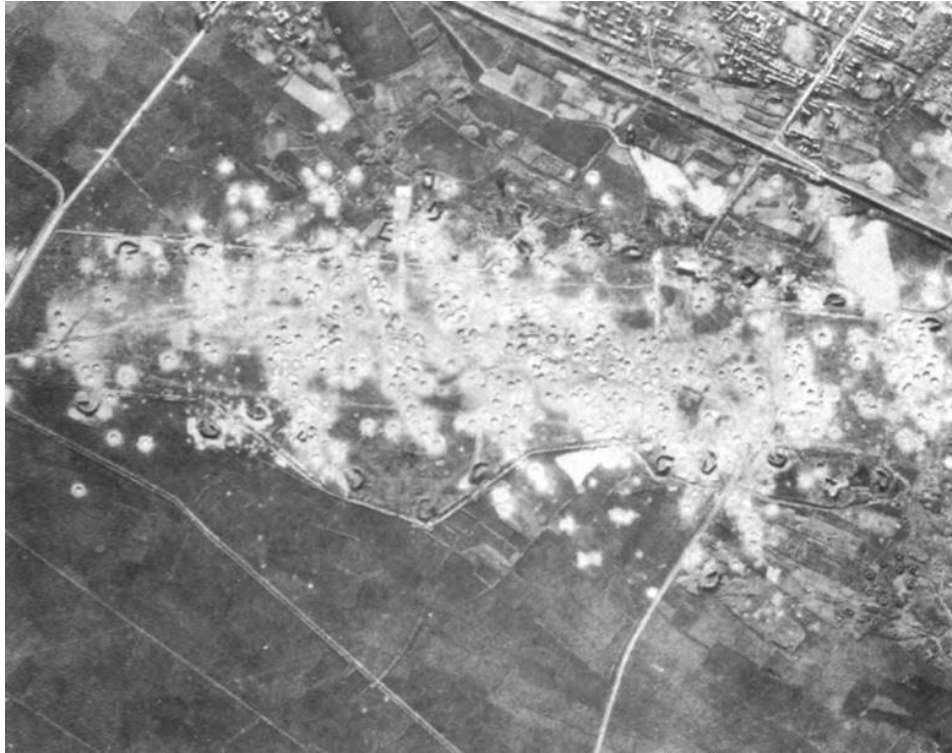
В июне-июле 1953 г., уже под конец войны, ДВБК, помимо обычной активности, приняло участие в кампании по выводу из строя аэродромов в Северной Кореи. Такие удары производились ВВС США в течение всей войны, чтобы не допустить базирования самолётов противника южнее р.Ялу, но в последние дни войны мощность ударов многократно возросла. По условиям будущего перемирия (статья 3, ч.13 пункт d) сторонам после прекращения огня запрещалось ввозить на свою территорию дополнительные вооружения, в том числе самолёты. Разрешалось только заменять повреждённые новыми. Поэтому в последние недели войны Северная Корея развила лихорадочную активность с целью приведения в порядок повреждённых аэродромов, предположительно для перегонки туда перед самым перемирием как можно большего числа самолётов. Чтобы помешать этому, в мае 1953 г. был разработан план нейтрализации 30 (впоследствии 35) северокорейских аэродромов. ДВБК было поручена бомбардировка 9 аэродромов - (в порядке приоритетности) Синийджу, Синийджу Северо-Восточный (NE), Намси, Тэчон, Пхеньян-Основной (Main), Пхеньян-Восточный, Саамчам, Пхеньян-Городской (Downtown), Синанджу, Пхеньян-Южный.

<i>FEAF</i> Priority	Responsible Command	Target Airfield
1	FEAF Bomber Command.	Uiju
2	---do---	Sinuiju
2A	---do---	Sinuiju NE
3	---do---	Namsi
4	---do---	Taechon
5	---do---	Pyongyang Main
6	---do---	Pyongyang East
7	---do---	Saamcham
8	---do---	Pyongyang Down-town
9	---do---	Sinanju
---	---do---	Pyongyang South

Аэродромы Сев.Кореи, выделенные для ДВБК летом 1953 г.

Удары В-29 начались в ночь на 11 июня 1953 г. с бомбардировок аэродромов Уйджу и Синийджу. В ночь на 12 июня был атакован Намси, в ночь на 13 июня – Пхеньян (основной), на 14 июня - Саамчам и Синанджу, на 16 июня – Пхеньян (основной), на 19 – Саамчам, на 20 – Пхеньян (основной), в ночь на 21 – Уйджу и Синийджу, на 22 – Намси и Тэчон (Taechon), в ночь на 23 июня – Пхеньян. 4 и 9 июля были атакованы Намси и Тэчон. Однако, из-за сверхусилий северокорейцев по ремонту всё эти атаки не привели к серьёзной нейтрализации аэродромов. Так 17 июля 1953 г. авиаразведкой было отмечено, что,

например, в Уйджу вдоль основной полосы проложена запасная, а на аэродроме уже находятся 43 МиГа. Поэтому 20 июля, за неделю до перемирия, усилия по бомбардировкам аэродромов были интенсифицированы до предела. Так, например, на аэродром Синьиджу 21 июля 15 В-29 сбросили 150 тонн бомб, 22 июля 9 В-29 сбросили ещё более 40 тонн бомб. 24 июля днём аэродром обработали F-84 и F-86, после чего ночью он был атакован бомбардировщиками В-29. И ещё 27 июля, за несколько часов до перемирия ВВС США ещё раз пробомбили аэродром, который после этого превратился в «лунный ландшафт» сплошь покрытый кратерами от бомб (см. ниже). Однако, несмотря на эти частые и мощные удары, они не помешали северокорейцам и китайцам, используя шоссе Уйджу – Синьиджу, перед самым перемирием перегнать и замаскировать в полях около 200 самолётов, которые потом можно было предъявить комиссии по перемирию (хоть и в повреждённом виде).



*Аэродром Синьиджу, превращенный авиацией США в «лунный ландшафт» в июле 1953 г.
, фото 27 июля 1953 г.*



Аэродром Пхеньян-Главный, фото 27 июля 1953 г.

Тактика

К середине войны типичный налёт В-29 с использованием SHORAN производился в ночное время группами от 1-2 до 15-20 бомбардировщиков на высоте 7000-8000 м. Высота определялась потолком В-29 с полной бомбовой нагрузкой (8000 м) и минимальной высотой для приёма сигналов SHORAN в районе цели (обычно не менее 7000 м). Кроме того, на выбор влиял интервал высот, на которых мог образовываться конденсационный след (ок 6000 м в зимнее время), сильно демаскирующий даже ночью.

Группа самолётов не являлась группой в обычном понимании, это была сильно растянутая в длину «цепочка» или «поток» самолётов, летящих один за другим почти точно по одному и тому же пути с интервалами в несколько минут с разном по высоте примерно в 150 м (500 футов). Каждый экипаж выходил на цель самостоятельно. Он же контролировал результаты, сбрасывая фотоосветительные бомбы (с весны 1952 г)

Как уже говорилось, заход на конкретную цель мог производиться с 4-х направлений, по одной из двух дуг SHORAN. После достижения каждым самолётом специально определенной точки - начальной точки дуги (т.н. «Initial Point» или «IP»), как правило, примерно в 55 милях от цели, самолёт давал радиogramму об этом на землю и ложился на боевой курс. Радиogramмы позволяли контролировать график захода самолётов на цель, исключая одновременное нахождение более одного самолёта точно над целью и их столкновения или сброса бомб друг на друга (вероятность чего, принимая во внимание точность SHORAN, могла быть вовсе не нулевой). Но, естественно, что чем плотнее «поток» и больше бомбардировщиков одновременно находится в районе цели, тем сильнее рассредоточивается внимание сил ПВО, поэтому интервал захода самолетов на цель в течение войны постоянно уплотнялся, доходя в отдельных случаях почти до 1 минуты. После достижения «IP» пилот, ориентируясь на показания PDI, должен был вести самолет точно по «дуге SHORAN» и контролировать полет по этому прибору до самого сброса. «Тонкие» корректировки курса производились в режиме включенного автопилота (C-1 в случае В-29). Т.к. такой контроль курса обычно поглощал всё внимание первого пилота, контроль и регулировку скорости самолета обычно производил второй пилот. В случае зенитного огня и необходимости маневров уклонения, требовалось быстрое и точное возвращение на нужный курс и заданную высоту с одновременной корректировкой заданной скорости. Контроль заданных параметров бомбометания (курс, высота, скорость) выполнял оператор SHORAN, функции которого были аналогичны функциям бомбардира при визуальном бомбометании. Координация совместных усилий пилотов и оператора (или проще - «слётанность») играли здесь решающую роль.

Точность бомбардировок

Точность бомбометания с помощью системы SHORAN в американских источниках оценивается с помощью т.н. кругового вероятностного отклонения (СЕР - circular error probability – радиус круга, куда попадают 50% бомб без учета грубых ошибок). Оценивалась она по данным фотоконтроля как с самолётов-разведчиков, так и с помощью фотографий сделанных обычными бомбардировщиками (оборудовались фотоаппаратурой и фотосветильными бомбами с весны 1952 г.). К 1953 г. значение КВО стало использоваться только применительно к точности бомбометания отдельных экипажей, а в случае групповых налётов стали оперировать понятием «процент поражения цели».

Первоначальная точность бомбометания экипажей В-29 летом 1951 г. составляла обнадёживающие 485 футов (ок 150 м) при групповом дневном бомбометании, но осенью при налётах на аэродромы в Северной Корее (Намси, Тэчон, Саамчам) она упала до 1220 футов (370 м) и до 640 футов (195 м) при атаке на другие цели. Основной причиной ухудшения точности признавалась ротация опытных экипажей, неточность карт, а также сильное дневное противодействие противника. Усиленные тренировки экипажей в первой половине 1952 года снова привели к повышению точности – если с февраля по апрель ДВБК декларировало КВО в 639 футов, то с апреля по июль КВО составило уже 450 футов (137 м), а у опытных экипажей до 350 футов (106 м).

Однако исследование, проведенное в Корее созданным в 1951 г. авиационным исследовательским подразделением ARDC (The Air Research and Development Command), показало, что эти показатели не учитывали т.н. «грубых ошибок» (резких отклонений от нормы), с учетом которых КВО, например, для 19-й бомбардировочной группы составляло уже 508, 599, 510 и 800 футов в апреле, мае, июне и июле 1952 г. соответственно. В добавок к этому, данные считались только по 50% лучших бомбовых попаданий (не учитывая худшие 50%), зачастую для одних и тех же дуг захода на цель. В октябре 1952 г. благодаря атакам мелких групп В-29 на точечные цели появилась возможность более детально изучить эффективность отдельных экипажей. Выяснилось, что наиболее точные попадания достигаются только половиной экипажей (а остальная половина недостаточно тренирована и «бросает» кое-как). По итогам этого исследования для «отстающих» экипажей было оперативно проведено «корректирующее обучение» и предпринят ряд других мер не только по повышению квалификации, но и для укрепления морального духа экипажей. Мораль имела немаловажное значение для случаев с «грубыми ошибками», т.к. сброс бомб вдали от цели не всегда свидетельствовал о низкой квалификации экипажа – это мог быть просто признак трусости, когда пилоты уходили с дуги, спасаясь от зенитного огня, или даже прямо отказывались выполнять задачу (известен, по крайней мере, один такой случай, закончившийся трибуналом – в апреле 1953 г., при налёте на Синьиджу командир 19-й группы отказался от выполнения боевой задачи, когда его самолёт попал в лучи прожекторов, а прямо по курсу наблюдался сильный зенитный огонь).

Эти и другие меры, дали свои плоды в 1953 г.. Например КВО в 93-м эскадроне 19-й группы в апреле 1953 г. оценивалось в 340 футов, а отдельные сверх-подготовленные экипажи показывали 0 КВО т.е. укладывали 50% бомб точно в цель. Показатель разрушения целей (процент) также вырос с, например, 46,5% в январе до 69,3% в июле 1953 г. Если в декабре 1952 группами из 7-9 В-29 было атаковано 50 целей со средним процентов разрушения каждой примерно в 35,5%, то в мае 1953 г. сходные по численности группы В-29 атаковали 44 аналогичные цели с тем же показателем равным уже 69,3%. Улучшилась ситуация и с «грубыми ошибками» - их количество упало, а показатель прерванных по разным причинам боевых вылетов упал с 6,7% в сентябре 1952 г. до 2,5% в 1953 г. – самого низкого показателя за всю войну.

В целом на завершающей стадии войны эффективность бомбардировок с использованием системы SHORAN оценивалась как выросшая в 2 раза по сравнению с началом её применения. Основными мерами, которые привели к такому результату, были:

- внимательное изучение результатов вылетов
- усиленная тренировка экипажей
- развитие конкуренции между экипажами и поднятие их морального духа
- успехи в перекартографировании карт Кореи и лучшее определение координат целей (см. далее)
- улучшения, направленные на улучшение приёма сигналов наземных станций SHORAN (см. далее)
- личная заинтересованность в успехе и агрессивность командиров

Проблемы ВВС США при применении SHORAN в Корее

Медленная подготовка данных SHORAN

В начальный период бомбардировок по системе SHORAN подготовка вычислений каждой цели занимало почти неделю(!). После выбора цели она фотографировалась самолетами разведчиками, после чего фото пересылались из штаба ДВБК в Йокоте (Япония) в Сеул (Корея), в штаб «1-го эскадрона маяков SHORAN». Там производились все необходимые вычисления, после чего все данные переправлялись обратно в Японию, где они ещё раз перепроверялись и уже после этого передавались бомбардировщикам. Такая громоздкая система, обусловленная разной подчинённостью «1-го эскадрона маяков SHORAN» (5-я воздушная армия) и групп В-29, не

позволяла оперативно реагировать на меняющуюся обстановку. Некоторое ускорение достигалось, если координаты передавались по телефону или радио, но при тогдашнем уровне развития связи не исключались ошибки при передаче, что могло сорвать вылет. С апреля 1952 г. вся эта громоздкая система начала пересматриваться с целью ускорения, и к январю 1953 время на расчет координат сократилось до 3-4 дней и могло быть ускорено ещё больше.

Низкая точность карт Кореи

Существенной проблемой использования SHORAN в Корейской войне стала неточность 1:50000 карт Кореи, выпущенных ранее японской императорской топографической службой. Ошибки в 500 футов (150 м) были обычным делом и могли достигать 1000 футов (300 м) и даже полмили (почти 700 м) в отдельных случаях. Даже при повторных налётах такие ошибки с трудом поддавались коррекции, учитывая произвольный характер наложения других ошибок системы.

Убрать эти ошибки пытались 2-я способами. Первым был метод фотогафрирования цели с одновременным использованием т.н. «записывающего устройства SHORAN» (APA-54 SHORAN-recorder). Этот метод оказался неудачным, т.к. для удовлетворительного приёма сигналов в районе удалённых целей самолёт-разведчик должен был лететь на высотах в районе 25000 футов (7600 м), на такой высоте возможности стабилизации имеющихся фотокамер были недостаточными для создания чётких точных фотоснимков. Другая проблема была в недостаточной точности самой системы SHORAN (погрешность 30 м и более).

Второй (и гораздо более удачный) метод решения проблемы заключался в стереосъёмке местности (т.е. съёмке одних и тех же участков под разными углами) самолётами-разведчиками и привязке фотографий к геодезической сетке (т.н. «мультиплексное стереокартографирование» - «multiplex stereoplotting» - или просто «мультиплексирование» - «multiplexing»). Этими задачами с лета 1952 г. занимался 64-й инженерно-топографический батальон, но скорость расчёта им координат целей составляла всего 5 комплектов в неделю. С конца 1952 г. к этой работе подключился наземный 548-й разведывательно-технический эскадрон (548th Reconnaissance Technical Squadron), находящийся в подчинении у 91-го эскадрона (эскадрильи) стратегической разведки, и к январю 1953 г. скорость расчета координат выросла до 90 в месяц. К маю 1953, уже под занавес войны, стали выпускаться 1:25000 точные карты Северной Кореи, которые уже могли использоваться непосредственно для получения координат SHORAN быстро и без «мультиплексирования».

Неудовлетворительный приём сигналов наземных станций

Другой существенной проблемой при использовании системы SHORAN являлась проблема «пропадания сигналов». Без всякой очевидной причины сигналы наземных станций могли переставать приниматься бортовым оборудованием, что могло привести к срыву боевой задачи. Серьёзного уровня эти проблемы достигли зимой 1953 г. когда 1 февраля 1953 г. первые девять экипажей 98-й группы(крыла) доложили о прерывающихся сигналах пары станций «Baker-Charlie», в вторые девять экипажей той же группы, вылетевшие на задание той же ночью, доложили что вообще не принимали сигналов станции «Baker».

Проблема привлекла пристальное внимание руководства ДВБК и дальневосточной тыловой службы BBC (Far East Air Logistic Force - FEALOGFOR). Первоначальные подозрения о том, что коммунисты могут создавать помехи на частотах системы не нашли подтверждения. В итоге пришли к выводу, что основная проблема заключается в некорректной и несвоевременной установке направления антенн наземных станций. Дело в том, что самолёты обычно имели основную и запасную цели, зачастую расположенные далеко друг от друга. Диаграмма же излучения наземных антенн представляла собой сектор примерно в 90 градусов, с максимальными показателями приёма в центре и минимальными по краям. Поэтому для каждой цели антенны требовалось установить в нужное положение. Если положение антенн не менялось, то самолёт мог попасть на «край» сектора излучения или даже выйти него. Так как прямой связи самолётов с наземной станцией не было, информация о смене цели могла доходить до наземной станции с опозданием. Усугубляло дело, что 502-я группа тактического контроля, в которую входил «1-й эскадрон радиомаяков SHORAN», организационно подчинялись 5-й воздушной армии, а не ДВБК.

Для решения этих проблем было предпринято несколько мер. Во-первых, на каждой станции у основания антенны была установлена т.н. «компасная роза» с указаниями направлений сторон света, что облегчало установку антенны по заданному азимуту. Во-вторых, ДВБК стало включать азимуты каждой станции в ежедневный приказ (и теперь они были известны заранее). В третьих, специалисты RCA тщательно проверили каждую наземную станцию в поисках дефектов. Дополнительно представители BBC провели работу, направленную на укрепление морального духа наземного персонала и объяснение важности их работы. В дальнейшем были предприняты ряд мер и по ускорению и ускорению связи между персоналом станций и авиационными командирами.

Следствием этих мер и общего усиления контроля за работой наземных станций стало то, что к июлю 1953 безотказность приёма сигналов существенно улучшилась и достигла наивысшего показателя за всю войну – 95,4%.

Проблемы одновременного использования систем РЭБ и SHORAN на бомбардировщике В-29

Помимо прочего радиооборудования, каждый В-29 к концу войны нес комплекты для постановки пассивных (фольга) и активных помех. Оборудование для постановки активных помех состояло, как правило, из приёмника APR-4 для обнаружения частот радаров противника и трёх излучателей для постановки помех - APT-1, APQ-2 и ARQ-8 (все периода Второй мировой). Проблема состояла в том, что аппаратура AN/APN-3 во включенном состоянии «отъедала» почти 50% мощности бортовой сети В-29, предназначенной для излучателей РЭБ, что сильно снижало их эффективность. Второй (и более серьёзной) проблемой являлось то, что во включённом состоянии обе системы создавали помехи в работе друг для друга, при этом ни одна не работала нормально.

Выход в таких ситуациях заключался во временном отключении аппаратуры РЭБ на боевом курсе и немедленном включении её после сброса бомб. Другим выходом из ситуации стало применение с декабря 1951 г. самолётов В-29, предназначенных исключительно для целей РЭБ. С течением войны число таких самолётов росло.

Ограниченность курсов захода на цель

Как следует из технических особенностей системы SHORAN, бомбардировщик мог использовать столько направлений захода, сколько станций он мог принимать в районе цели. В случае, если цель находилась далеко от фронта, например в районе р.Ялу, приниматься могли только 2 станции («Charlie», «Baker»), и, таким образом, было только 4 направления захода на цель. Для целей между 38-й и 39-й параллелью могли приниматься 4 или даже все 5 наземных станций (8-10 направлений захода). Тем не менее, такая система делала налёты предсказуемыми и позволяла сосредотачивать средства ПВО на угрожающих направлениях. И действительно, спустя некоторое время на наиболее вероятных курсах захода В-29 американцами стали отмечаться усиление прожекторной и зенитной активности. Предполагалось, что это результат «сообразительности» аналитиков и радиоразведки «красных», которая путём сбора и анализа

информации о налётах «сделала определённые выводы», а, возможно, и вычислила расположение и принцип работы наземных станций SHORAN и приняла меры.

Советские специалисты действительно вскрыли расположение наземных станций SHORAN, но, вероятно, произошло это не благодаря аналитической работе, а благодаря случаю. В ночь с 12 на 13 сентября 1952 г. в ходе отражения налёта В-29 на ГЭС Сунхун (Suiho) советским летчиком-истребителем Ю.Добровичаном был сбит В-29 с бортовым номером 44-86343 (бортовое имя «Wolf Pack», по другим данным «Razorback»), имевший на борту схемы расположения наземных станций SHORAN, которые впоследствии и попали в руки советских специалистов. Судя по всему, по крайней мере на начало 1953 г. эта информация была использована по назначению. В советских документах 64 истребительного авиакорпуса (основное советское соединение ПВО, имеющее на вооружении в основном МиГ-15) есть сл. упоминание, датированное февралём 1953 г.:

«Повышению эффективности действий истребителей ночью способствовали проведенные мероприятия командиром и штабом корпуса, в результате чего мы добились:

[...]

3. Разработаны варианты освещения и сопровождения цели по основным направлениям заходов бомбардировщиков противника на объекты по системе "Шоран". Для целеуказаний истребителям направления выхода бомбардировщиков специально выделены прожекторные станции.

[...]»

Если судить по таблице потерь ниже, эти данные если и помогли ночной ПВО в борьбе с налётами В-29, то не радикально. Тем не менее, с января 1953 г. (месяц последних боевых потерь) В-29 стали стараться действовать в безлунные ночи, в плохих погодных условиях и избегали высот, на которых мог образовываться демаскирующий конденсационный след. В определённой мере это был успех сил ПВО, т.к. это несколько связывало свободу действий ДВБК, особенно в «аллее мигов» (невозможность действовать в ясные ночи).

Месяц	Общее число потерь В-29	Месяц	Общее число потерь В-29
1950-7	2	1952-1	3
1950-9	4	1952-2	4
1950-10	5	1952-3	1
1950-11	3	1952-4	2
1951-3	1	1952-5	1
1951-4	8	1952-6	3
1951-5	2	1952-7	1
1951-6	2	1952-8	1
1951-8	1	1952-9	2
1951-9	2	1952-10	4
1951-10	7	1952-11	5
1951-12	4	1952-12	1
		1953-1	4
		1953-7	1

Ссылки и литература

- 1) Seeley, S. W. (1946). Shoran Precision Radar. Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, 65(4), 232–240.
- 2) MILITARY AIRBORNE RADAR SYSTEMS - MARS, 1945
- 3) B-26 Invader Units Over Korea, Warren Thompson
- 4) Warpaint Series N°143 Boeing B-29 and B-50 Superfortress, Kev Darling
- 5) The USAF in Korea A Chronology 1950-1953, A. Timothy Wamock, 2000
- 6) Robert F. Futrell - United States Air Force Operations in the Korean Conflict, 25 June-1 November 1950
- 7) Robert F. Futrell - United States Air Force Operations in the Korean Conflict, 1 November 1950 - 30 June 1952
- 8) Robert F. Futrell - United States Air Force Operations in the Korean Conflict, 1 July 1952-27 July 1953
- 9) B-29 Superfortress Units of the Korean War (Robert F. Dorr, Mark Styling), Osprey, 2003
- 10) Тенсурскаев Ю.Г., Крылов Л. Е. - «Сталинские соколы» против «Летающих крепостей». Хроника воздушной войны в Корее 1950—1953. — М.: Яуза, Эксмо, 2008
- 11) Американские и английские радионавигационные системы (краткие описания), под ред. А.А. Танкова - М., 1948 г.
- 12) Орлов А.С., Гаврилов В.А. - Тайны Корейской войны. М.: Вече, 2003
- 13) И.А. Сейдов - Ночные сражения в корейском небе. М.: Русские Витязи, 2013
- 14) Абакумов Борис Сергеевич - Неизвестная война. В небе Северной Кореи
- 15) Black Tuesday over Namsi B-29s vs MiGs the forgotten air battle of the Korean War, 23 October 1951 (Earl J McGill Lt Col USAF (Ret.))
- 16) THE RADAR EYE BLINDED: THE USAF AND ELECTRONIC WARFARE, 1945-1955 by Daniel Timothy Kuehl Lieutenant Colonel, USAF
- 17) A STUDY OF THE AERIAL INTERDICTION OF RAILWAYS DURING THE KOREAN WAR by FRANK J. MERRILL, Major, USAF, 1965
- 18) GRAPHIC SURVEY of Radio and Radar Equipment Used by the Army Air Forces, 1 July 1945
- 19) STEADFAST AND COURAGEOUS: FEAF BOMBER COMMAND AND THE AIR WAR IN KOREA, 1950-1953
- 20) [Airpower, the decisive force in Korea, James T. Stuart, New York, 1957](#)
- 21) [North Korea, official standard names approved by the United States Board on Geographic Names](#)
- 22) B-29 Operations in the Korean War, 1953 - https://www.veteransforpeace.org/files/8514/2375/8157/B29_Operations_in_the_Korean_War-Final.pdf6
- 23) Компьютер K-1 SHORAN - <https://usautoindustryworldwartwo.com/harris-seybold-potter.htm>

- 24) https://digicom.bpl.lib.me.us/cgi/viewcontent.cgi?article=1113&context=ww_reg_his - 42 bomb wig
- 25) <https://www.koreanwar.org/>
- 26) Журнал IMPACT 1945 (обзор и первое применение SHORAN) - https://www.flickr.com/photos/adelaide_archivist/10132601835/in/photostream/
- 27) Журнал RADAR #10, 1945 (обзор SHORAN) - https://mrwebman.com/aviation/whitts-flying-mirror/WWII_RADAR_HISTORY/x16_SHORAN/index.htm
- 28) 310 БГ, 57 крыло, 12 армия, первое применение шоран - http://57thbombwing.com/379th_History/History23.pdf
- 29) 320-я бомбардировочная группа (В-26 «Marauder») - https://320thbg.org/history_dijon.html
- 30) SHORAN Computing Party - <https://www.militarysurvey.org.uk/Newsletters/2021/Newsletter%20No%2080%20Summer%20Edn%202021.pdf>
- 31) SuperNed's The Korean War (информация по наземным станциям) - <https://www.angelfire.com/ne2/nedpage/>
- 32) Фрагменты из книги бортстрелка В-29 Бада Фаррелла «No Sweat» - <https://www.koreanwaronline.com/history/NoSweat/NSFrame.htm>
- 33) 420-е бомбардировочное крыло (В-26 «Инвейдер») - <https://www.3rdattackgroup.org/resources/History/AF%20Reserves%20Citizen%20airmen%20%20a%20history%20of%20the%20Air%20Force%20Reserve%201946-1994%20By%20Gerald%20T.%20Cantwell.pdf>
- 34) Фото В-26, авиабаза Хилл - <https://www.hill.af.mil/News/Photos/igphoto/2002280794/>
- 35) SHORAN Description - <https://chicagoboyz.net/archives/53760.html>
- 36) https://mrwebman.com/aviation/whitts-flying-mirror/WWII_RADAR_HISTORY/x16_SHORAN/index.htm
- 37) <https://picryl.com/media/boeing-b-50b-60-bo-superfortress-47-159-rb-50f-mats-cf063a>
- 38) Потери В-29 - <https://asn.flightsafety.org/asndb/type/b29/6>
- 39) Потери В-26 - <https://asn.flightsafety.org/asndb/type/b26/3>
- 40) <https://b29s.thekwe.org/b29sinthekoreanwar/Units.htm>
- 41) KB-50/B-29 schematics (форум) - <https://warbirdinformationexchange.org/phpBB3/viewtopic.php?f=3&t=73875>
- 42) В-29 radio suitability Feb.1945 - https://aafradio.org/docs/B-29_radio_suitability.pdf
- 43) The U.S. Air Force's First War: Korea 1950-1953 Significant Events - <https://www.dafhistory.af.mil/Portals/16/documents/Timelines/Korea/KoreanWarChronology.pdf?ver=2016-08-30-151058-710>
- 44) <https://8thattacksqdnassoc.tripod.com/Korea.html#Korean%20War>
- 45) AIR TRAINING COMMAND AND THE KOREAN WAR. 2003 - <https://www.aetc.af.mil/Portals/88/Documents/history/AFD-061109-021.pdf?ver=2016-01-12-160020-003>
- 46) USAF Historical Docs (6 книг об авиации США в Корее) - <https://usaf-sig.org/index.php/references/downloads/5-usaf-historical-documentation/7-korea>
- 47) Robert L. Mosley - 89th Attack Squadron 3rd Attack Group (В-26 "Invader") - <https://3rdstories.yolasite.com/robert-mosley.php>
- 48) 3-я бомбардировочная группа (В-26 "Invader") - <https://www.3rdattackgroup.org/korea-1950-1953.php>
- 49) A Basic Course on Producing Maps from Aerial Photography - <https://www.b-29s-over-korea.com/aerial%20photography/aerial%20photography-intro.html>
- 50) USAF Reconnaissance during the Korean War - <https://warhistory.org/2019/08/07/usaf-reconnaissance-during-the-korean-war-i/>
- 51) Профили В-29 - https://www.markstyling.com/b29s_korea_2.htm
- 52) 91 Strategic Reconnaissance Squadron - History Notes - <http://rb-29.coldwar.org/HTML/91stSRSHistory/00.50.91sthistblocont.htm>
- 53) О налетах на ГЭС Сунхун (Суйхо) - <https://www.koreanwaronline.com/history/NoSweat/Pages/Gauntlet.htm>
- 54) Война в корее (ветка форума forums.airforce.ru) - <http://forums.airforce.ru/holodnaya-voyna/178-voyna-v-koree-25/>
- 55) Хронология применения В-29 в Корее - <https://nuclearcompanion.com/data/b-29-superfortress-chronology-korean-war/>
- 56) Электроэнергетические мощности Северной Кореи (документ ЦРУ, 21.09.1956) - <https://www.cia.gov/readingroom/docs/CIA-RDP79-01093A001100120001-3.pdf>
- 57) Korean War Educator - Topics - B29s in the Korean War - <https://thekwe.org/topics/b29s/b29s.htm#Literature>
- 58) Korean War Educator - Dean S. Allan - Korean War Veteran of the US Air Force - https://thekwe.org/memoirs/allan_dean/index.htm#CrewTrainingOnB-29
- 59) Reconnaissance on a Global Scale - https://www.jstor.org/stable/26276411?read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents
- 60) Журнал «AIR UNIVERSITY QUARTERLY REVIEW 1953-1954» - https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ/journals/1954_Vol06_No1-4/1954_Vol6_No4.pdf
- 61) Корейское соглашение о перемирии 1953 г. - [https://ws-export.wmcloud.org/?format=pdf&lang=ru&page=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BE_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B8_\(1953\)](https://ws-export.wmcloud.org/?format=pdf&lang=ru&page=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BE_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B8_(1953))

И многое другое...