

Георадар воздушного базирования.

Из книги: В. Копейкин. Рассказы про георадар, и не только.

Идея поднять георадар в воздух с помощью авиационной техники возникает всегда, когда возникает задача обследования больших площадей. Наземный способ георадарной съемки в таких случаях занимает много времени, а иногда и просто невозможен.

С высоты доступными для обследования становятся непроходимые болота и леса, тундра, степи и горы. Но для этого надо решить ряд технических проблем, самая главная из которых - пространственная селекция принимаемых сигналов.

В обычной наземной радиолокации эта проблема отсутствует, здесь точка зондирования определяется положением антенны на земле.

Поднятые на высоту передающие антенны георадара излучают, а приемные антенны принимают сигналы со всех сторон, земля никак не участвует в формировании их диаграммы направленности.

Тем не менее, земная поверхность, если она плоская, помогает решить задачу подземной радиолокации. Плоская земля для радиоволн является зеркалом и отражает назад, в сторону радара, только те волны, которые падают на нее вертикально. Остальные волны уходят в космос, т.к. угол падения равен углу отражения. На земле возникает «пятно», которое в электродинамике называют «зоной Френеля», или областью пространства, определяющей отраженные от поверхности и от подземных неоднородностей волны.

Мощность передатчика здесь расходуется не эффективно. Зона Френеля облучается только небольшой частью диа-

граммы антенны, да и то больше половины этой энергии отражается границей воздух-земля вверх, в саму почву проникает меньшая ее часть. Но в нашей аппаратуре проблемы нехватки мощности нет, а отражение от земной поверхности может использоваться для определения точного расстояния до земли.

Это в случае, если земная поверхность плоская... Но она покрыта деревьями, камнями, оврагами, горами. Отражения придут не только от зоны Френеля, но и от всех предметов, выступающих над поверхностью. Но и это не всегда катастрофа, если подземные объекты находятся не глубоко, а наземные – далеко. Тогда можно классифицировать сигналы по времени их прихода.

В противном случае необходимо сооружать направленные антенны, что, учитывая широкополосность применяемых сигналов, не просто. Подавляющее большинство известных направленных антенн узкополосны.

Один из перспективных вариантов создания направленных антенн – синтез апертуры. Здесь используется свойство стационарности, или неподвижности объекта. Сигналы можно снимать сколь угодно долго, зная, что подземная структура за это время не изменится. Съемка производится на большом участке траектории летательного аппарата ненаправленной антенной, с записью сигналов и с обязательной фиксацией положения радара в пространстве. Далее, производя математическую обработку сигналов, виртуально строится большая антенная решетка, размер которой может достигать многих километров. Это требует решения целого ряда технических проблем: быстродействующей регистрации большого объема информации, точной привязки к координатам, создания программно-алгоритмического комплекса. Очень дорого. Зато, имея на борту такой комплекс, одним самолетом или вертолетом можно обследовать целые регионы.

Нам обещали выделить вертолет, и мы приступили к реализации очень давней идеи поднять георадар в воздух.

Рассмотрев разные варианты, остановились на направленной параболической антенне диаметром три метра, которая будет облучаться стандартным резистивно-нагруженным диполем. Форма зеркала параболической антенны не зависит от длины волны, поэтому она широкополосна. Но конечный ее размер приведет к тому, что на границах зеркала, которое обычно делается металлическим, возникнет отражение, и антенна начнет «звенеть». Тогда было решено каркас антенны сделать из фанеры, а сам рефлектор – в виде кусков коаксиального кабеля, в которые впаиваются резисторы, чтобы волна, дошедшая до конца кабеля, затухала и не отражалась назад. Это та же самая идея, что используется в наших обычных резистивных антеннах. Я рассчитал, а Андрей Васильев изготовил эту антенну.

Испытания проводились в усадьбе Алтуфьево, мы поднимали антенну на вытянутых руках. Потом на нашем сайте долго висела эта фотография.

Результаты испытания были неплохими, но на этом все и закончилось – вертолет нам не дали.

А пока суть да дело, решил освоить какой-нибудь летательный аппарат. Выбор пал на дельталет.

В шлемафоне голос инструктора: «Взлет!»

Полный газ, пробежка по полю, трапеция от себя. Дельталет круто идет вверх. После набора высоты уменьшаю обороты двигателя и перехожу в горизонтальный полет. Приступаю, в соответствии с заданием, к выполнению «коробочки».

Управление дельталетом по высоте (тангажу) осуществляется, в основном, двигателем, кроме снижения, когда он охотнее реагирует на трапецию. Высоту определяю «на глаз» - альтиметра нет. Примерно двести метров. Первое время не мог определять расстояние до земли: сверху предметы выглядят совсем не так, как на поверхности.

Высота полета выбирается с учетом требований техники безопасности: в 45 градусной зоне обзора всегда должна быть площадка, на которую можно сесть в случае отказа двигателя. Это не дельтаплан, который, имея такое же крыло, подымает одного человека. Здесь два человека, тележка и мотор. Аэродинамическое качество небольшое и планирование возможно только под углом 45 градусов. Повторного захода на посадку не предоставляется.

Во время второго поворота связь исчезла – переговорное устройство стало «глючить». Зато двухтактный 65 сильный мотор не просто работает, он «поет». Это сердце дельталета и отношение к нему совсем иное, чем, например, к переговорнику. У нас отсутствуют все авиационные приборы, но приборы двигателя: давление масла, температура воды и уровень топлива на приборном щитке имеются.

Впереди появилось облако. Это туман отделился от поверхности озера и стал подниматься вверх. Я знаками показал инструктору, что собираюсь обойти это облако, на что он мне знаками ответил, что берет управление на себя. Я отпустил трапецию и снял ногу с педали газа. Инструктор направил дельталет прямо в облако.

Это что-то нереальное! Сидишь на неизвестной высоте пристегнутым к креслу среди сплошного молока! Только ощущаешь влагу на лице и руках. Понятно, что испытывали пилоты первых «Фарманов» в облаках. Чувство восторга и жутки!

Вышли из облака, инструктор передал мне управление.

Определил траекторию посадки (глиссаду), сбросил обороты двигателя и стал снижаться. В этом режиме дельталет становится неустойчивым – его тянет свалиться либо в левую, либо в правую спираль. Это не штопор, аппарат остается управляемым, и из спирали можно выйти, если хватит высоты. Для удержания дельталета на прямой нужен опыт, которого у меня еще нет. Моя прямая больше напоминает синусоиду.

Когда выключили мотор и сняли шлемафоны, инструктор спросил:

- Ну, как тебе полет в облаках?

Я ответил:

- Это здорово! Это купание в облаках! Что-то похожее на купание в росе, которое описал Иван Ефремов в «Лезвии бритвы»!

За «вальсы» при посадке инструктор снизил мне оценку за полет до четырех.