

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ, РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ, РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ И АНТЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

© 2016 А. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий

В работе рассматриваются примеры использования радиолокационных, радиометрических, радиофизических и антенных измерений при решении разных практических задач.

Ключевые слова: радиолокация, измерения, аппаратура.

В течение более чем 60 лет в области радиолокационной метеорологии наблюдается проведение работ, в которых применяются импульсные и непрерывные локаторы, которые дают возможности для измерений мощностных и статистических характеристик отраженных сигналов.

На основе радиолокации открываются уникальные возможности для того, чтобы детальным образом исследовать микроструктуру отражающих метеообъектов и идущих внутри него динамических процессов, причем это осуществляют практически одновременным образом для всего зондируемого объема пространства. С применением радиолокационных средств мы можем отслеживать, например, каким образом развивается облачная система от рождения до распада, проводить определение различных параметров вихревых потоков, изучать мелкомасштабные турбулентности, проводить измерения первых и вторых производных разных компонентов скоростей ветра, характеристики фазового состояния, интенсивности и количества выпадающих на землю осадков, а также особенности их микроструктуры.

С точки зрения практики важное значение радиолокация имеет как оперативное средство, в рамках которого своевременным и точным образом определяются области или зоны, для которых идут процессы, связанные с динамическими условиями и безопасностью полетов авиационных устройств и других летающих аппаратов.

Одной из особенностей применения радиолокаторов в метеорологической сфере, является то, что в качестве потребителей радиолокационной информации будут специалисты, которые работают в метеорологиче-

ских и геофизических областях. Понятно, что для таких случаев результаты, связанные с радиолокационными измерениями, мы должны сводить к величинам и параметрам, используемым как раз такими специалистами. В этой связи радиометеорологи занимаются проведением геофизической интерпретации получающихся данных, они доказывают то, что они надежны и достоверны, определяют погрешности, которые, конечно же, появляются, когда происходят переходы от радиолокационной величине к метеорологической и геофизической.

Погрешности, появляющиеся при переходах к геофизической и метеорологической величине от данных, которые получаются на основе радиолокаторов, могут в определенных случаях оказаться настолько значительными, что это приведет к совсем неправильным выводам и оценкам.

Это является недопустимым, когда проводится решение, например, задач, связанных с безопасностью полетов авиации.

Вследствие сложности и разнообразия метеоцелей, исследователи ищут новые источники информации, позволяющие говорить о том, какая у них структура и соответствующие динамические процессы в атмосфере. Ими определяется тот переход, который мы имеем возможность сейчас наблюдать переход к применению «тонких структур отраженных сигналов». Например, при проведении спектральной обработки сигналов от метеоцели, когда соблюдаются условия моделей разреженной среды, требуется принимать во внимание, что величина скорости движения рассеивающих частиц не будет всегда соответствовать величине скорости воздушных потоков, поскольку проявляется свойство инерции.

Достаточно сильным образом отражающими, крупными частицами происходит усреднение пульсации «высокочастотной

составляющей» в турбулентной пульсации, и ее мы не будем адекватным образом наблюдать в спектре радиоэха.

Важно отметить то, что за время, когда частица будет существовать в зондируемых объемах, будет меняться не только скорость, но и характеристики отражаемости. Это может быть связано с тем, что меняются форма у крупных капель (эффекты вибрации) или происходит изменение степени ориентации частиц в пространственной области по отношению к падающему излучению (подобные эффекты сильно выражены для кристаллического рассеивателя). Также, на результат измерений может оказывать влияние то, что будут меняться типы рассеивателей в объемах зондирования, поскольку они будут переноситься при помощи воздушного потока, или осуществляться поворот антенн.

Следует отметить применение активных (радарных) и пассивных (радиометрических) методов радиозондирования для изучения природных объектов и проведения прогнозирования характеристик геосферных процессов.

На практике основные массивы данных в микроволновых дистанционных измерениях получаются, когда происходит наклонное зондирование, но для активного метода происходит измерение не коэффициента отражения, а коэффициента обратного рассеяния. Для радиометрического метода происходит измерение интенсивности излучения, которая определяется как коэффициент излучения при данном угле и поляризации (говорят о случае гладкой поверхности), так и рассеивающих свойствах объектов исследования. Для пассивного метода также могут соблюдаться условия, при которых происходит изменение фоновой температуры излучения по верхней и нижней полусферам на лоцируемых элементах исследуемых объектов.

Можно проводить сопоставление спутниковых радарных измерений с проводимыми с самолетов или с земли радиометрическими измерениями.

Такой поход не всегда можно реализовать вследствие того, что наблюдается некоторое временное смещение в съемке. Для другого подхода аппаратуру, позволяющую проводить активные и пассивные измерения при одинаковых антеннах можно размещать на одном носителе, это может быть автомобиль.

Для большинства проблем, которые решаются в прикладной метеорологии, происходит оперирование вероятностными ха-

рактеристиками, касающихся правильных или ложных классификаций, что, в первую очередь, определяет задачу, связанную с выявлением того, как соответствует рассматриваемый объект заданным образам, а затем, дает возможности решения такой задачи на основе того, что применяются статистические гипотезы обнаружения и проведения классификации объектов. Указанные способы соответствуют руководящим документам, которые определяют основные правила, на основе которых производят как регулярные наблюдения, осуществляемые в разных отделениях служб Росгидромета, так при проведении научных исследований.

Для того, чтобы проводить количественную оценку по характеристикам достоверности информативных данных необходимо определить адекватную модель для процессов, связанных с обнаружением, распознаванием и измерением. Считают, что на базе того, что унифицируются решаемые задачи, можно представлять рассматриваемые процессы на основе единой модели, которая обеспечивает эффективное использование соответствующих критериев оценки. Проведение формализации рассматриваемых задач при учете того, что природа сигналов случайна и основывается на методологии математической статистики. Могут быть три типа задач: проведение обнаружения, проведение распознаваний, проведение измерений (определяются градации или оцениваются значения). Задачи, относящиеся к первому виду, сводят к тому, что проводят двухальтернативную классификацию и их описывают на основе испытаний статистических гипотез, которые обозначаются как H_1 и H_2 . Задачи, связанные с распознаванием тоже относят к проведению классификации, но она многоальтернативная, это заметным образом ведет усложнение анализа систем. Но для тех целей, которые рассматриваются такие задачи, приводят к двухальтернативным на основе того, что выделяется гипотеза H_1 класса, распознаваемость его оценивают, и объединяют остальные в другой класс, который соответствует для гипотезы H_2 . Может быть и другой способ – проведение попарного различения гипотез.

Задачи, относящиеся к третьему типу (проведение измерения параметров различных объектов) тоже можно представлять на основе моделей, связанных с двухальтернативной классификацией, например, путем того, что осуществляют последовательное

рассмотрение возможностей различения по соседним градациям, то есть рассматривают набор моделей двухальтернативной классификации. Достаточно типичными примерами таких проблем являются те, которые появляются при процессах дистанционного зондирования атмосферы. Когда проектируются системы для того, чтобы решать подобные задачи, необходимо проводить оптимизацию, как состава систем, так и параметров ее компонентов. Процедуры оптимизации связаны с проведением количественных оценок достоверности данных измерения.

За последнее время можно отметить развитие для космических экспериментов метода, изучающего радиорефракционные свойства тропосферы и ионосферы. Одним из достоинств такого метода считают то, что для того, чтобы его реализовать на борту космических аппаратов, как правило, нет необходимости в установке специальной аппаратуры.

В результате рефракционных измерений определяют высотную зависимость коэффициента преломления электромагнитных волн за счет тропосферы и ионосферы планет. Характеристики направления и скорости распространения электромагнитных волн в области атмосферы определяются метеорологическими параметрами (температурой и давлением), а также химическим составом газов, которые образуют атмосферу. При увеличении плотности молекул газов, которые определяются их температурой и давлением; происходит возрастание коэффициента преломления и уменьшение скорости распространения электромагнитных волн.

При измерениях важным является то, какая антенная техника используется. Около четверти века назад в теории и технике, связанной с антенными измерениями, возникли значительные улучшения. В основном такое улучшение связано было с тем, что интенсивно развивались средства вычислительной техники. За счет того увеличивалась производительность и объемы памяти в вычислительных средствах, стало возможным решение основной проблемы измерений в ближних полях – проведение процессов обработки больших объемов информации, связанной с измерениями для реальных временных сроков.

Для антенных измерительных комплексов по ближним и дальним полям обычными персональными компьютерами оказалось возможным взять все базовые функции, связанные с управлением аппаратурой ком-

плексов, проведением сбора и обработки данных, отображением и каталогизацией результатов.

Сейчас идет активное развитие нового класса измерительных приборов – высокоточных векторных анализаторов цепей. Возникновение таких приборов – это важный фактор, который определил качественные сдвиги в антенных измерениях.

В качестве особенности антенных систем, рассматриваемых как объекты измерения, можно отметить их большое многообразие с точки зрения массогабаритных показателей, конструктивных особенностей, характеристик направленности, частотного диапазона и, наконец, доступных для измерения условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник Ю. А. Радиолокационные методы исследования Земли / Ю. А. Мельник. – М.: Сов. радио, 1980. – 262 с.
2. Горелик А. Г. Доплеровская томография в метеорологии / А. Г. Горелик, В.В.Стерлядкин // Изв. АН СССР. ФАО. – 1990. – № 1. – С. 47-54.
3. Горелик Г. С. Рассеяние радиоволн на блуждающих неоднородностях / Г. С. Горелик // Радиотехника и электроника. – Т. 1. – Вып. 6, 1956. – С. 695-703.
4. Горелик А.Г. Связь статических характеристик радиолокационного сигнала с динамическими процессами и микроструктурой метеорологических объектов / А. Г. Горелик, Ю. В. Мельничук, А. А. Черников // Труды ЦАО. – 1963. – Вып. 48. – С. 29-36.
5. Дробкин М. О. Метод оценки потенциальной информативности данных дистанционного зондирования / М. О. Дробкин // Труды ГосНИИЦИПР. Вып.26. – М., 1986. – С. 39-47.
6. Степаненко В. Д. Радиолокация в метеорологии / В. Д. Степаненко. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 343 с.
7. Крупенио Н. Н. Радиолокация планет с космических аппаратов / Н. Н. Крупенио. – М., «Знание», 1978. – 64 с.
8. Gregson S. Principles of Planar Near-Field Antenna Measurements / S. Gregson, J. McCormic, C. Parini // (Electromagnetic waves series, v.53). Institution of Engineering and Technology, London, 2007.
9. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О.В.Милошенко // Вестник Воронежского

института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60-62.

10. Мишин Я. А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я. А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153-156.

11. Головинов С. О. Проблемы управления системами мобильной связи / С. О. Головинов, А. А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 13-14.

12. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

13. Щербатых С. С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа в САПР антенн / С. С. Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 10.

14. Глотова Т. В. Применение гибридного метода для расчета характеристик рассеяния объектов над шероховатой поверхностью / Т. В. Глотова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 11.

15. Бокова О. И. Проектирование наземных радиосистем передачи информации с помощью специализированных программных комплексов / О. И. Бокова, С. В. Канавин, Н. С. Хохлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 6.

16. Юрочкин А. Г. Анализ приближенной модели для оценки средних характери-

стик рассеяния дифракционной структуры / А. Г. Юрочкин, А. В. Данилова, И. А. Гусарова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 10.

17. Юрочкин А. Г. Возможности использования итерационного метода при расчетах характеристик рассеяния комбинированных объектов / А. Г. Юрочкин, А. В. Данилова, И. А. Гусарова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 13.

18. Глотова Т. В. Характеристики математического обеспечения систем проектирования радиосвязи / Т. В. Глотова, Хуссам Ияд Бешер // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3. – С. 4.

19. Панарин Д. Г. Моделирование рассеяния электромагнитных волн в городской застройке на основе комбинированного метода / Д. Г. Панарин, А. Г. Юрочкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3. – С. 5.

20. Панарин Д. Г. Моделирование пространства электромагнитных волн в каналах связи при эффектах затухания / Д. Г. Панарин, А. В. Данилова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3. – С. 10.

21. Панарин Д. Г. Проблемы моделирования процессов обнаружения людей под строительными завалами в чрезвычайных ситуациях / Д. Г. Панарин, А. Г. Юрочкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3. – С. 20.

RADAR, RADIOMETRIC, RADIOPHYSICS AND ANTENNA MEASUREMENTS

© 2016 A. P. Preobrazhenskiy

Voronezh Institute of High Technologies

The paper discusses examples of the use of radar, radiometric, radiophysics and antenna measurements in the solution of different practical problems.

Keywords: radiolocation, measuring, instrument.