

Секция «Теоретические и прикладные задачи дистанционного зондирования Земли»

## Бистатистическая и моностатистическая локация Луны в проекте "Луна - Ресурс"

Научный руководитель – Юшкова Ольга Вячеславовна

*Рудаменко Роман Александрович*

*Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Физический факультет, Кафедра квантовой электроники, Москва, Россия

*E-mail: crasher22@yandex.ru*

Космические агентства развитых стран выделяют исследование Луны в отдельное направление. Российская лунная программа предусматривает запуск к Луне пяти автоматических станций в 2019—2024 годах. Основная цель - оценка возможности колонизации спутника Земли. В связи с этим наибольший интерес представляет изучение верхнего покрова Луны: его минералогических ресурсов и строения. Один из эффективных методов исследования приповерхностного слоя Луны - **радиолокационное зондирование**. В его основе лежит способность генерируемого передатчиком радиосигнала отражаться от границ геологических пород с разными диэлектрическими свойствами. Сигналы, отражённые от поверхности и внутренних границ сдвинуты на время распространения радиоволны от поверхности до внутренней границы и обратно. При этом коэффициент отражения зависит от градиента диэлектрической проницаемости на этих границах.

Суммарный отражённый сигнал, в силу принципа суперпозиций, несёт информацию о структуре и диэлектрической проницаемости грунта; он зависит от различных параметров, учитываемых при расчётах. Для проведения радиолокации на орбитальный модуль КА «Луна-Ресурс 1» планируется установка радиолокационного комплекса РЛК-Л.

Предполагается, что прибор будет работать в двух режимах:

1. Моностатистическая локация: широкополосный сигнал с линейной частотной модуляцией излучается РЛК-Л; отраженный от поверхности сигнал принимается на ту же самую антенную систему орбитального модуля. Точный подбор структуры сигнала и частотных диапазонов позволяет проводить измерения с высоким пространственно-временным разрешением.

2. Бистатистическая локация: в качестве передатчика планируется использовать антенную систему Иркутского радара некогерентного рассеяния. Излученный и отраженный Луной сигналы принимаются РЛК-Л. Отражение радиоволн осуществляется областью поверхности, соответствующей равенству углов падения и отражения. При движении спутника исследуемая область перемещается по лунной поверхности. Совместная интерпретация результатов моно- и бистатистических измерений повышает достоверность получаемых результатов, однако требует согласования пространственно-временных координат проведения экспериментов с учетом существующих 3-D моделей поверхности Луны, чему и будет посвящен предлагаемый доклад.

Совместная интерпретация результатов моно- и бистатистических измерений повышает достоверность получаемой информации, но требует согласования пространственно-временных координат районов проведения экспериментов. Так центр района проведения моностатистической локации определяется по координатам орбитального модуля, а при бистатистической локации соответствует координате точки на поверхности, в которой угол между нормалью и направлением на ИРНР равен углу между той же нормалью и направлением на РЛК-Л. При движении спутника исследуемая область перемещается по лунной

поверхности. Размеры этой области сравнимы с зоной Френеля. Для визуализации исследуемого района планируется использовать 3-D модель поверхности Луны (Global Lunar Digital Terrain Model) [3].

### Источники и литература

- 1) Смирнов В.М., Юшкова О.В., Марчук В.Н., Абрамов В.В., Квылинский Ю.Ф., Ляхов Ю.Н. Проект «Луна-Глоб»: радиолокационное зондирование грунта Луны //Радиотехника и электроника. 2013. Т. 58, No 9. С. 926-934
- 2) Потехин А.П., Медведев А.В., Заворин А.В., Кушнарев Д.С., Лебедев В.П., Шпынев Б.Г. Развитие диагностических возможностей Иркутского радара некогерентного рассеяния / Космические исследования. 2008. Т. 46. № 4. С. 356–362
- 3) Barker M. K.; Mazarico E.; Neumann G.A.; Zuber M.T.; Smith D.E.; Haruyama J. A new lunar digital elevation model from the Lunar Orbiter Laser Altimeter and SELENE Terrain Camera // Icarus. 2016. Vol: 273. P. 346-355