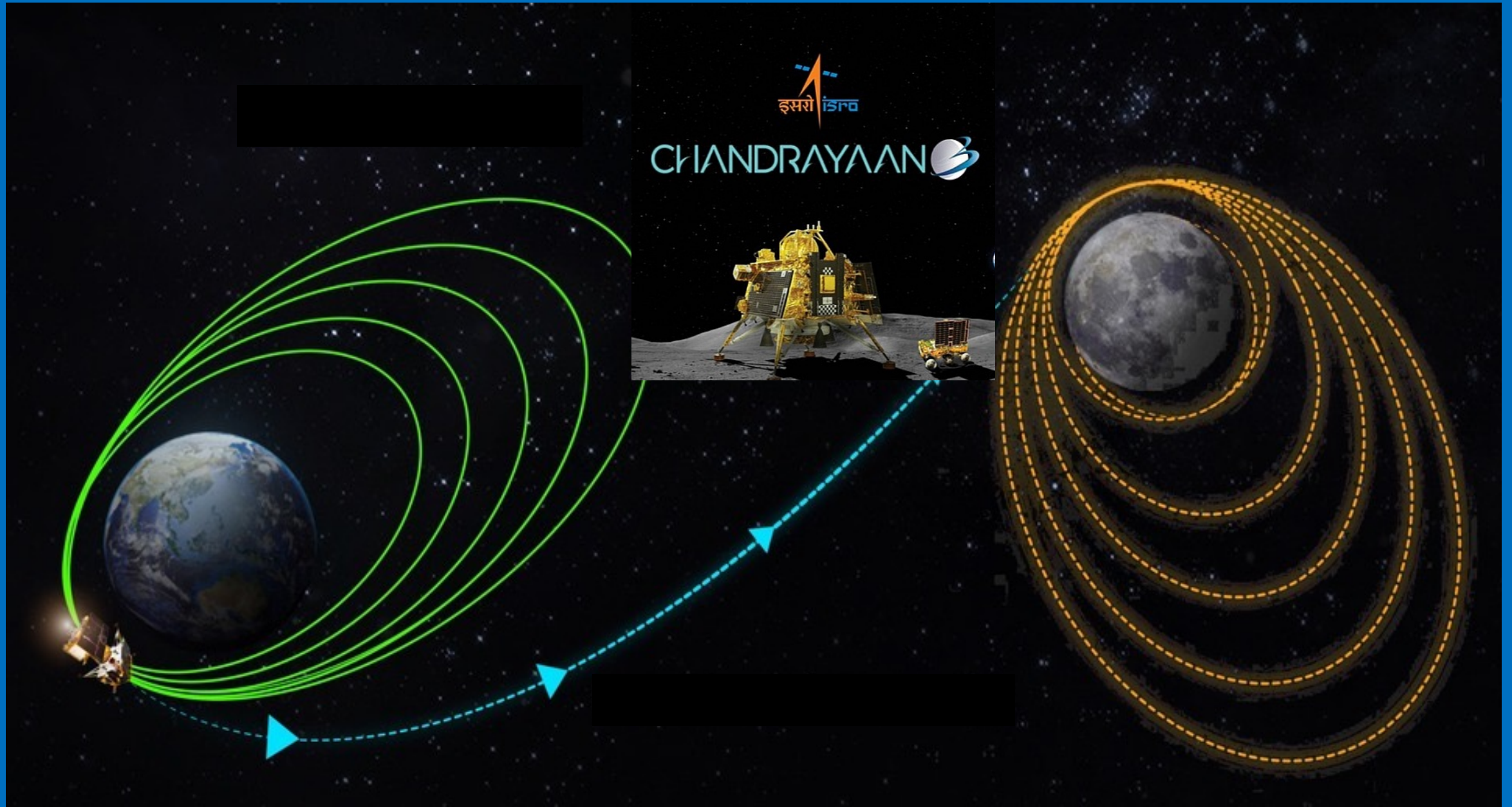


# ВПЕРЕД НА ЮЖНЫЙ ПОЛЮС... ЛУНЫ



# ЛУНА - НАШ СПУТНИК



Луна — единственный естественный спутник Земли. Самый близкий к Солнцу спутник планеты, так как у ближайших к Солнцу планет их нет. Второй по яркости объект на земном небосводе после Солнца и пятый по величине естественный спутник планеты Солнечной системы. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны — 384 467 км.

Луна вращается вокруг нашей планеты со скоростью чуть больше 1 км в секунду в направлении против часовой стрелки. Периоды обращения Луны вокруг Земли и вокруг своей оси совпадают, поэтому нам, землянам, постоянно видна лишь одна сторона Луны.

Сама Луна не излучает света, поэтому видна на нашем небе только тогда, когда её освещает Солнце или лучи, отражённые от поверхности Земли. Хотя Луна и вращается вокруг своей оси, она всегда обращена к Земле одной и той же стороной.

# ЧАНДРАЯН-1



Зонд «Чандраян-1» (это название переводится с санскрита как «Лунный корабль») был запущен 22 октября 2008 года с космодрома Шрихарикота и стал первым индийским межпланетным аппаратом. Миссия зонда заключалась в изучении минералогического и химического состава Луны, поиске воды на её поверхности и подробном картографировании всего естественного спутника Земли. Планируется создать подробный трехмерный атлас лунной поверхности и выяснить ее химический состав. Прежде интересует наличие на Луне металлов — магния, алюминия, кремния, железа, титана, а также радиоактивных элементов — радона, урана, тория.



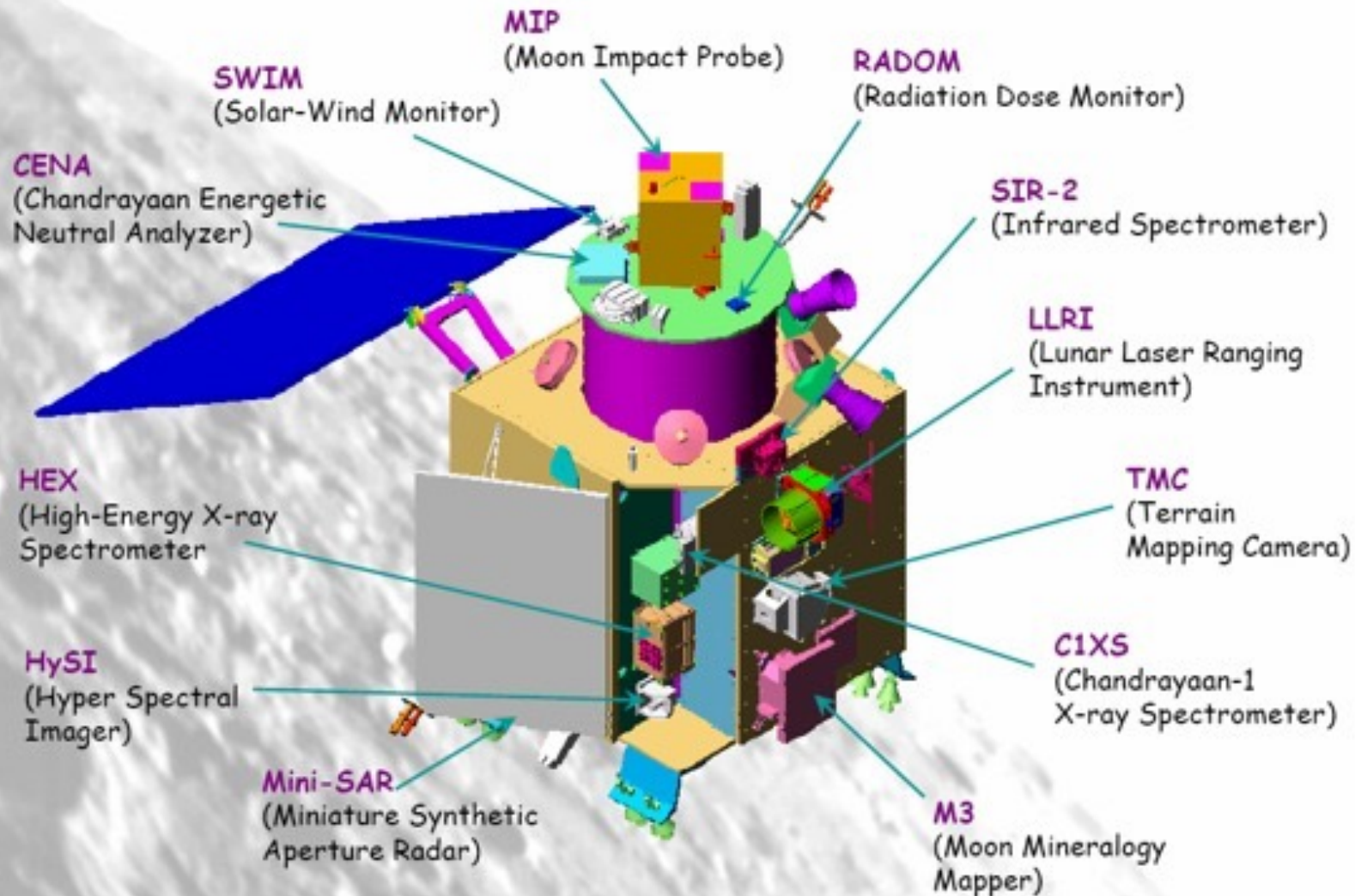
# ЧАНДРАЯН-1

Аппарат состоит из орбитального модуля и ударного зонда. Был выведен на орбиту с помощью модернизированной версии индийской ракеты-носителя PSLV



# ЧАНДРАЯН-1. НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

## НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ ЧАНДРАЯН-1



CENA – анализатор нейтральных частиц

SWIM – Монитор солнечного ветра

MIP – ударный зонд, оснащённый масс-спектрометром, альтиметром и видеочкамерой.

RADOM – дозиметр

SIR – 2 – ИК-спектрометр

LLRI – прибор для определения рельефа поверхности

TMC – прибор для создания 3-хмерных карт поверхности Луны с высоким разрешением

C1XS – компактный рентгеновский спектрометр

M3 – прибор для отображения поверхности Луны

Mini-SAR – радар

HySI – прибор для гиперспектральной съёмки

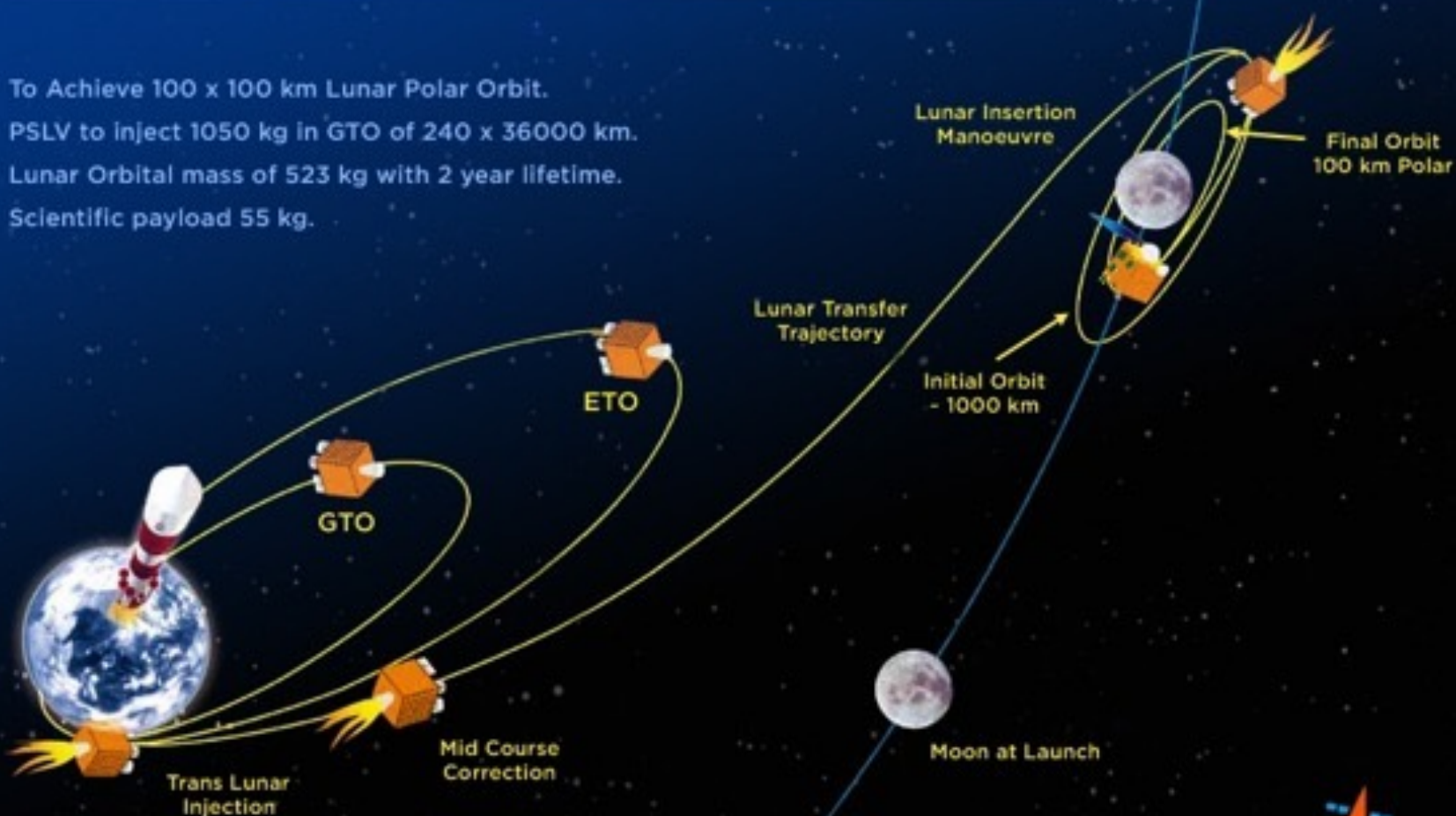
HEX – гамма-спектрометр



# ЧАНДРАЯН-1. ТРАЕКТОРИЯ ПОЛЕТА

## Chandrayaan - 1 Первая индийская лунная миссия

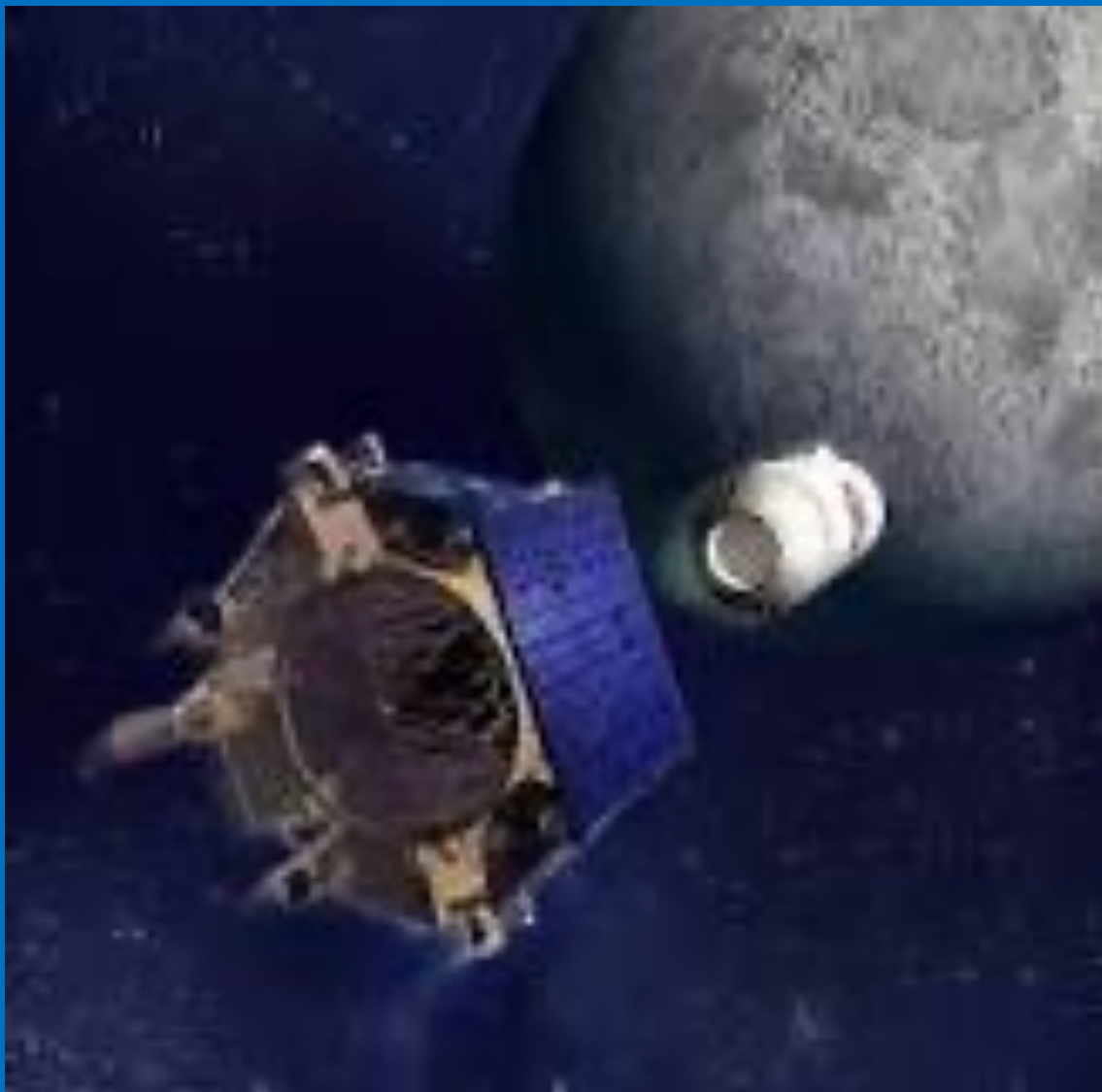
- To Achieve 100 x 100 km Lunar Polar Orbit.
- PSLV to inject 1050 kg in GTO of 240 x 36000 km.
- Lunar Orbital mass of 523 kg with 2 year lifetime.
- Scientific payload 55 kg.



Старт ракеты с индийской стартовой площадки на острове Шрихарикота состоялся 22 октября 2008 года в 00:52 UTC. 8 ноября 2008 года зонд успешно вышел на селеноцентрическую орбиту, но корректировки движения спутника продолжались до 12 ноября, когда он наконец достиг расчётной окололунной орбиты высотой в 100 километров<sup>[12][13]</sup>.

14 ноября 2008 года от «Чандраян-1» отстыковался 29-килограммовый лунный ударный зонд Moon Impact Probe<sup>[en]</sup>, который совершил в 15:01 UTC жёсткую посадку недалеко от кратера Шеклтон, расположенного рядом с южным полюсом Луны.

# ЧАНДРАЯН-1. НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Радарными исследования, проведенными на спутнике Луны Чандраян-1, обнаружено около 40 небольших кратеров, от 2 до 15 километров в диаметре, имеющих высокую отражающую способность, которая может быть связана с наличием в них водяного льда. В районе Северного полюса Луны предполагается наличие около 0,6 км<sup>3</sup> льда.

позволяют предположить наличие водяного льда и в районе Южного полюса Луны: так, по оценкам НАСА, льдом может быть покрыто около 22 % поверхности расположенного рядом с Южным полюсом кратера Шеклтон.

# ЧАНДРАЯН-2. ТРАЕКТОРИЯ ПОЛЕТА



Успешный пуск ракеты-носителя GSLV III с АМС «Чандраян-2» состоялся в 14:43 по местному времени (09:13 UTC) 22 июля 2019 года. Изначально ожидалось, что станция будет выведена на орбиту с параметрами  $170 \times 39\ 120$  км, но аппарат был выведен на 6 тыс. км выше, чем планировалось. Это позволит аппарату совершить меньше манёвров и сэкономить топливо при полёте к Луне

После пяти включений двигателей параметры орбиты стали  $266 \times 413\ 623$  км

С этой транслунной орбиты «Чандраян-2» в результате снова пяти включений двигателей был переведен на окололунную орбиту с параметрами  $119 \times 127$  км

На этой орбиты произошло отделение посадочного модуля, который совершил три маневра около Луны, перейдя на орбиту с параметрами  $35 \times 1101$  км, откуда началась фаза «грубого торможения», которая завершилась на высоте 764 км переходом в фазу «финального торможения» и на высоте 2,1 км связь с аппаратом была потеряна.



# ЧАНДРАЯН-2.



Орбитальный и посадочный модули «Чандраян-2».  
Ровер находится внутри посадочного аппарата

Целью миссии является достичь орбиты спутника Земли и проводить его изучение с высоты 100 км инструментами орбитального аппарата, совершить мягкую посадку на лунную поверхность и исследовать Луну с помощью научных инструментов посадочного аппарата и лунохода «Прагьян».

Запуск миссии «Чандраян-2» состоялся 22 июля 2019 года. 20 августа станция вышла на окололунную орбиту. 2 сентября от орбитального аппарата «Чандраян-2» отделился посадочный модуль «Викрам», с луноходом «Прагьян» на борту. 6 сентября «Викрам» стал проводить спуск на поверхность Луны. В полночь 7 сентября, во время заключительного этапа торможения аппарата на высоте около 2,1 километра, «Викрам» отклонился от намеченной траектории, и на высоте примерно 400 метров от лунной поверхности связь с посадочным модулем была утрачена

27 сентября 2019 года, было объявлено, что посадочный модуль совершил «жёсткую посадку».

# ЧАНДРАЯН-2. ЗАДАЧИ МИССИИ



Станция «Чандраян-2» состояла из орбитального и посадочного аппаратов, с небольшим автоматическим луноходом «Прагьям».

Орбитальный модуль проводил картографирование поверхности Луны с полярной орбиты высотой около 100 км.

Посадочный модуль «Викрам» должен был совершить мягкую посадку на поверхности Луны. Район для посадки станции был определён по результатам исследований поверхности со станции «Чандраян-1». «Викрам» планировалось посадить в районе Южного полюса Луны между кратерами Манцини С и Симпелий N, на участке с координатами  $70,9^\circ$  южной широты  $22,8^\circ$  восточной долготы. Это самое близкое к южному полюсу Луны место, на которое когда-либо в истории садился посадочный аппарат. Предполагалось, что он сможет проработать на Луне две—три недели. На посадочном модуле имелся сейсмометр ILSA для регистрации лунотрясений.

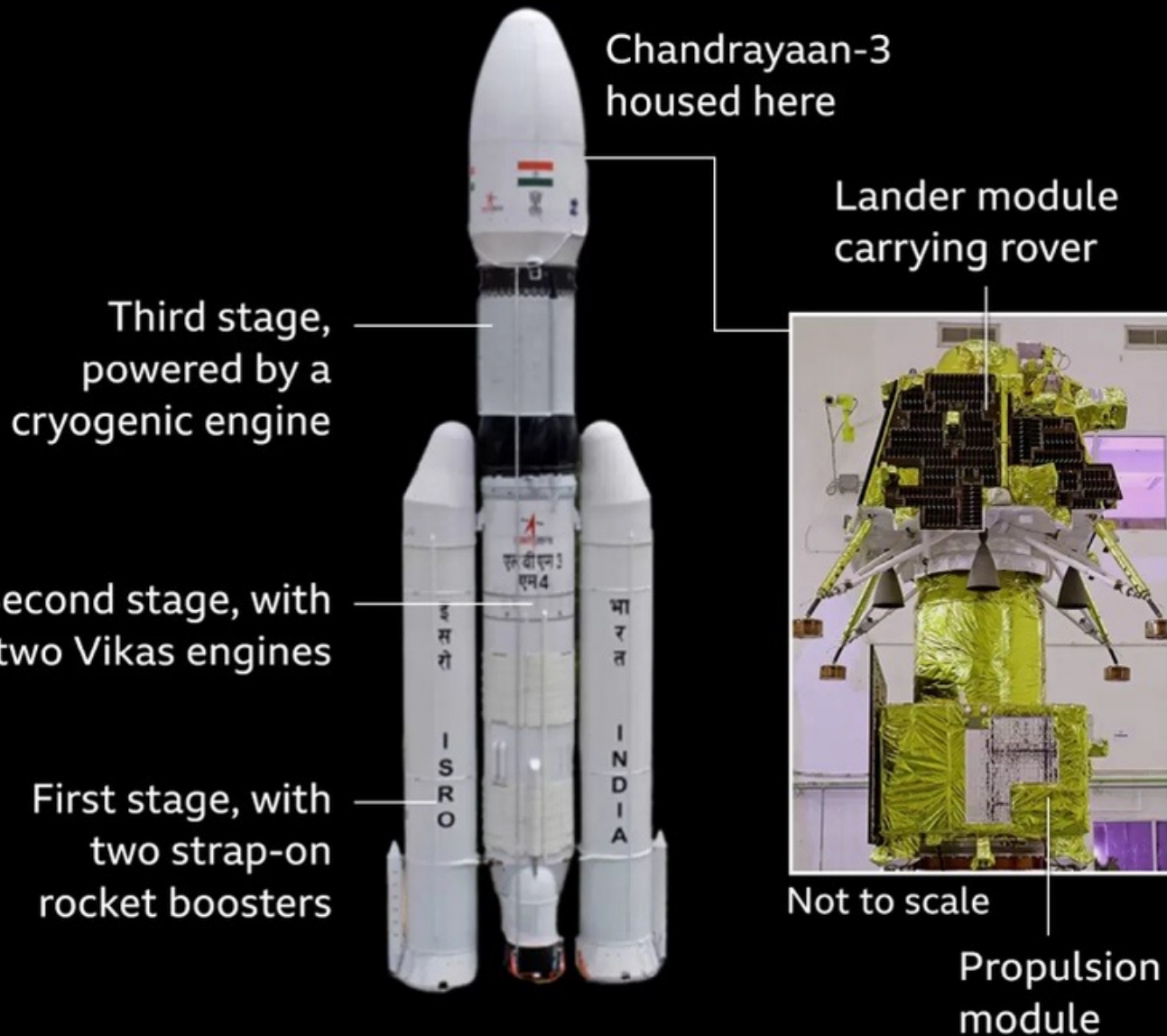


Посадочный модуль должен был доставить на поверхность луноход «Прагьям» («Мудрость»), который в течение 14 дней собирал бы образцы для анализа и делать снимки, передавая их на Землю.

Посадка посадочного модуля «Чандраян-2» завершилась потерей связи с ним (и, вероятно, крушением), поэтому все связанные с ним планы были перенесены на следующую миссию, «Чандраян-3», запуск которой был осуществлен в 2023 году.

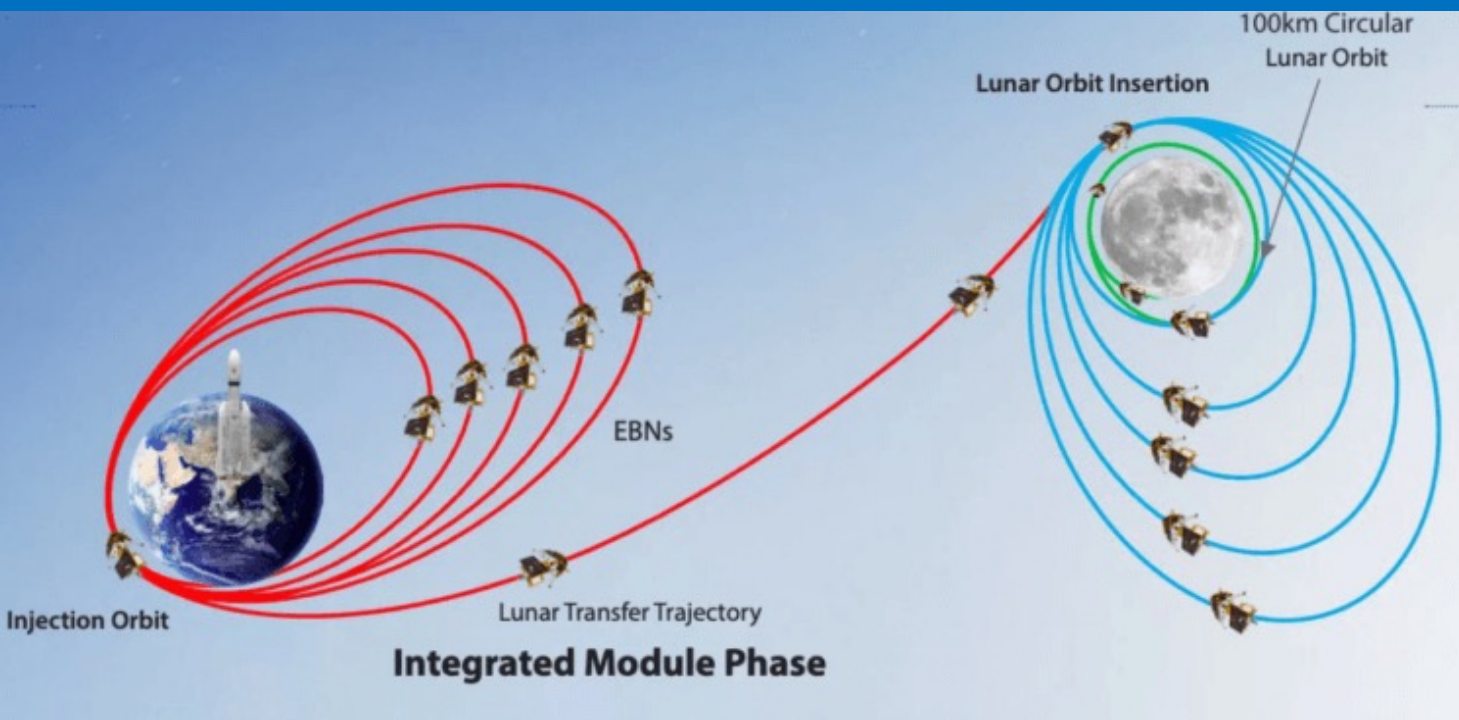
# ЧАНДРАЯН-3.

Чандраян-3 — первая индийская миссия, достигшая поверхности Луны. Это третья автоматическая межпланетная станция Индийской организации космических исследований для исследования Луны. «Чандраян-3» стала повторением прошлой миссии к Южному полюсу Луны. Она включает посадочный модуль и луноход.





# ЧАНДРАЯН-3. ТРАЕКТОРИЯ ПОЛЕТА



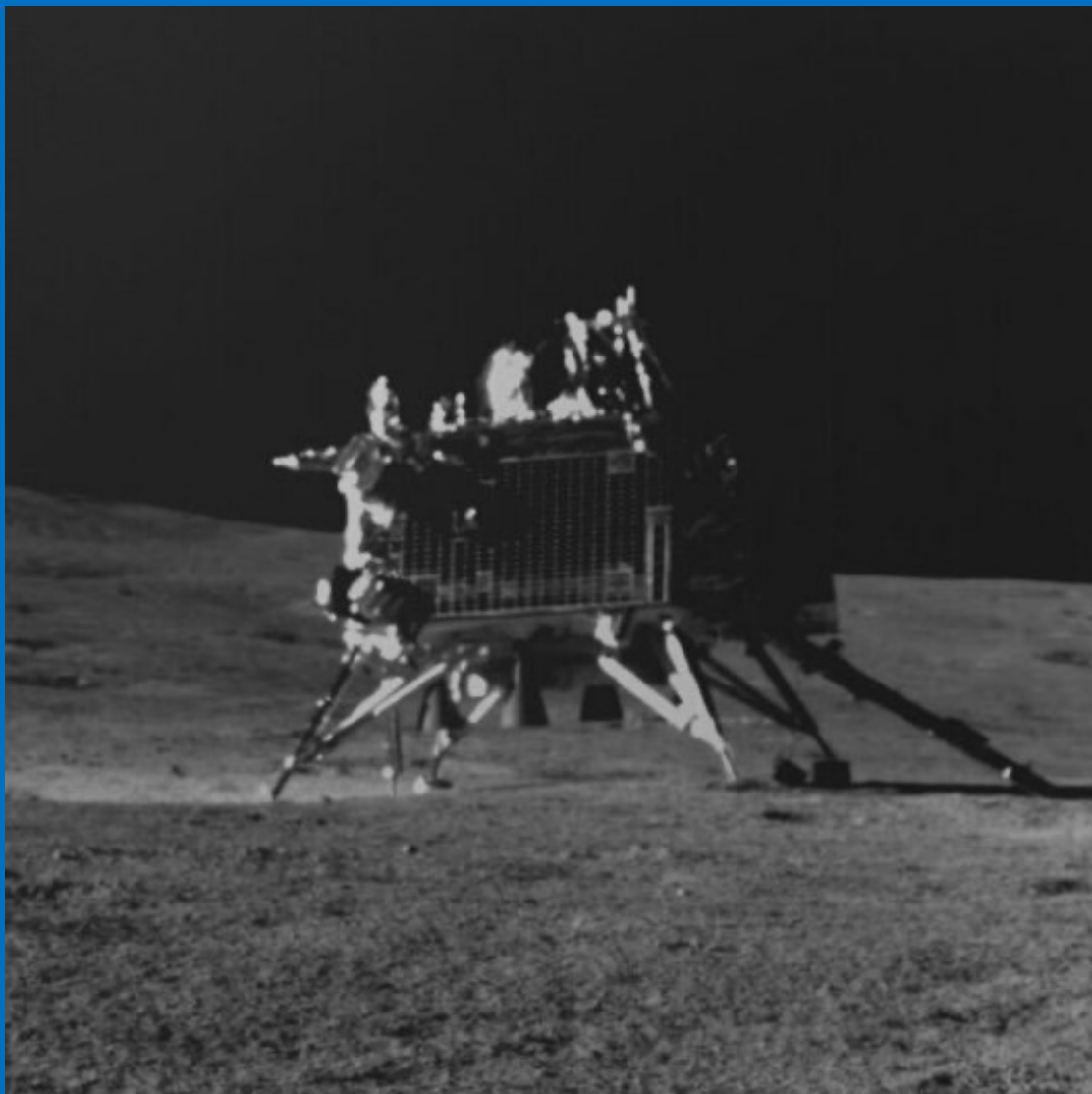
Запуск АМС «Чандраян-3» состоялся 14 июля 2023 года (в 14:35 IST) с космодрома в Космическом центре имени Сатиша на острове Шрихарикота на ракете-носителе LVM3 M4 (ранее известной как GSLV Mk III). Спутник был запущен на орбиту с перигеем 170 км и апогеем в 36 500 км. Далее был проведен ряд маневров для перехода на лунную орбиту, используя жидкостный апогейный двигатель (LAM).

5 августа 2023 года космический корабль «Чандраян-3» вышел на орбиту вокруг Луны.

17 августа посадочный модуль миссии «Чандраян-3» отделился от перелётного модуля.

Мягкая посадка спускаемого модуля «Викрам» с луноходом «Прагьян» успешно осуществлена 23 августа 2023 года в 12:33 по всемирному времени

# ЧАНДРАЯН-3. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Первые данные были переданы луноходом 27 августа. В частности, была измерена температура верхнего слоя лунного грунта, которая оказалась значительно выше ожидавшейся (около 70 °С вместо 20-30 °С)<sup>[33]</sup>.

28 августа 2023 года ISRO сообщила о результатах проведённого луноходом исследования состава лунной поверхности. Спектральный анализ её материала, испарённого лазерным лучом, показал наличие серы, кремния, кислорода и ряда металлов: алюминия, кальция, хрома, титана, железа и марганца. Ранее обнаружить там серу не удавалось.

Спускаемый модуль оценивал температуру реголита, измерял плотность околослунной плазмы и зарегистрировал возможное лунотрясение <sup>[34]</sup>.

# ЧАНДРАЯН-3. ПЕРВЫЕ ФОТОГРАФИИ



Фото участка обратной стороны Луны



Первое фото «Чандраян-3» с поверхности Луны