Выбранная для нашей модели теория формирования планетарной системы – аккреционная, что значит, что в ней из газопылевого облака вокруг формирующейся звезды образуются первые планетозимали, из которых по мере их роста выделяются доминирующие – будущие протопланеты. Основой для вычисления темпа их роста является уравнение Сафронова:

где R — размер тела, a — радиус его орбиты, M\* — масса звезды, Σp — поверхностная плотность планетозимальной области, а — так называемый параметр фокусировки.

Расти такие тела могут не до бесконечности, а ровно до того момента пока есть небольшие планетозимали в их окрестностях, пограничная масса при этом получается:

В типичных условиях она варьирует от 0,01 до 0,1 M⊕ (Земной массы) — это уже является протопланетой. Дальнейшее развитие протопланеты может следовать по следующим сценариям, один из которых приводит к образованию планет с твёрдой поверхностью, другой — к газовым гигантам.

В первом случае тела с изолированной массой тем или иным образом увеличивают эксцентриситет и их орбиты пересекаются. В ходе череды поглощений более мелких протопланет образуются планеты подобные Земле.

Планета-гигант может образоваться если вокруг протопланеты останется много газа из протопланетного диска. Тогда в роли ведущего процесса дальнейшего приращения массы начинает выступать аккреция. Полная система уравнений описывающий данный процесс:

(1)

(2)

(3)

(4)

Смысл выписанных уравнений следующий (1) — предполагается сферическая симметрия и однородность протопланеты, (2) предполагается, что имеет место гидростатическое равновесие, (3) Нагрев идёт при столкновении с планетозималями, а охлаждение происходит только за счёт излучения. (4) — уравнения состояние газа.

В рамках нашей модели нам интересен только радиус газового гиганта, поэтому из всех вышеперечисленных уравнений нам понадобится только первое.

Алгоритм моделирования

Сначала задаются данные звезды, являющейся центром нашей планетной системы, поверхностная плотность планетозимальной области аккреционного диска (), а также кол-во доминирующих планетезималей.

Далее для будущих протопланет случайным образом задаётся радиус их орбиты вокруг звезды, а также начальный размер (являющийся на данном этапе постоянным). Параметр фокусировки, равный (пояснение для выступающего: где , G – гравитационная постоянная, m – масса сталкивающихся планетезималей, – сумма их радиусов, а – скорость подлёта.) примем за единицу в силу простоты модели и относительной незначительности числа .

С помощью уравнения Сафронова моделируем изменение массы планетезималей до момента, когда масса становится равна пограничной. Далее получившиеся протопланеты, находящиеся на близких по радиусу орбитах, объединяются в одну протопланету большей массы.

В свою очередь протопланеты, вокруг которых осталось много газа из протопланетного диска (то есть количество образовавшихся рядом протопланет меньше определённого значения, задаваемого нами) превращаются в газовых гигантов, постоянно увеличивая массу, пока она не станет равна примерно 10 Земным. Увеличение их радиуса будет симулироваться формулой (1), где значение плотности находится из значений массы и радиуса ядра ().