

При анализе структуры каустик нелинейная теория Г. н. опирается на теорию лагранжевых отображений или, точнее, на её частный случай — теорию особенностей градиентных отображений. Образование отд. «блинов», их слияние, появление разл. точек ветвления и др. процессы возникновения единой структуры — это примеры простейших «катастроф», т. е. проявление устойчивых особенностей градиентных отображений (см. *Катастроф теория*). Состояние развитой сетчатой структуры — интересный пример промежуточной асимптотики: структура существует конечное время, но затем происходит развал структуры на отд. облака и их последовательное собирание во всё более крупные комплексы. Степень развития крупномасштабной структуры и её эволюцию во времени изучают методами кластер-анализа и теории перколяции (см. *Протекания теория*). Интересно, что хотя в образующие структуру «блины» входит до 70% вещества, они занимают лишь ок. 10% объёма. Между яркими плотными «блинами» расположены громадные области пониженной плотности, не содержащие галактик (ярких). Существование единой сетчатой структуры — нетривиальный вывод теории.

В рамках нелинейной теории Г. н. статистич. параметры структуры Вселенной — ср. расстояние между «блинами», ср. размеры «блинов», ср. число богатых скоплений галактик в единице объёма и др. могут быть связаны с параметрами нач. спектра неоднородностей. Проверка выполнения этих соотношений — важный тест справедливости нелинейной теории. Осн. выводы нелинейной теории Г. н. и базирующейся на ней теории образования крупномасштабной структуры в нейтринной Вселенной (т. е. в случае, когда ср. плотность Вселенной определяется «газом» нейтрино с конечной массой покоя $\sim 30-100$ эВ) хорошо совпадают с наблюдениями (не только качественно, но и по ряду количественных параметров).

Г. н. имеет место также при формировании звёзд (см. *Звездообразование*) и звёздных скоплений. Однако в этих масштабах существенна роль газового давления и тепловых процессов. Нелинейные стадии образования этих объектов изучаются гл. обр. методами численного моделирования.

Лит.: Лифшиц Е. М., Халатников И. М., Проблемы релятивистской космологии, «УФН», 1963, т. 80, с. 391; Зельдович Я. Б., Новиков И. Д., Стрoение и эволюция Вселенной, М., 1975; Пиблс Ф. Дж. Э., Структура Вселенной в больших масштабах, пер. с англ., М., 1983; Шандарин С. Ф., Дорошкевич А. Г., Зельдович Я. Б., Крупномасштабная структура Вселенной, «УФН», 1983, т. 139, с. 83. А. Г. Дорошкевич.

ГРАВИТАЦИОННАЯ ПОСТОЯННАЯ — коэффициент пропорциональности G в ф-ле, описывающей всемирного тяготения закон.

Числовое значение и размерность Г. п. зависят от выбора системы единиц измерения массы, длины и времени. Г. п. G , имеющую размерность $L^3 M^{-1} T^{-2}$, где длина L , масса M и время T выражены в единицах СИ, принято называть кавендишевой Г. п. Она определяется в лабораторном эксперименте. Все эксперименты можно условно разделить на две группы.

В первой группе экспериментов сила гравитац. взаимодействия сравнивается с упругой силой нити горизонтальных крутильных весов. Они представляют собой лёгкое коромысло, на концах к-рого укреплены равные пробные массы. На точкой упругой нити коромысло подвешено в гравитац. поле эталонных масс. Величина гравитац. взаимодействия пробных и эталонных масс (а следовательно, и величина Г. п.) определяется либо по углу закручивания нити (статич. метод), либо по изменению частоты крутильных колебаний весов при перемещении эталонных масс (динамич. метод). Впервые Г. п. с помощью крутильных весов определил в 1798 Г. Кавендиш (H. Cavendish).

Во второй группе экспериментов сила гравитац. взаимодействия сравнивается с силой тяжести, для чего

используются рычажные весы. Этим способом Г. п. была впервые определена Ф. Йолли (Ph. Jolly) в 1878.

Значение кавендишевой Г. п., включённое Междунар. астр. союзом в Систему астр. постоянных (САП) 1976, к-рым пользуются до настоящего времени, получено в 1942 П. Хейлом (P. Heyl) и П. Хржановским (P. Chrzanowski) в Национальном бюро мер и стандартов США. В СССР Г. п. впервые была определена в Государственном астр. ин-те им. П. К. Штернберга (ГАИШ) при МГУ.

Во всех совр. определениях кавендишевой Г. п. (табл.) были использованы крутильные весы. Помимо названных выше, применялись и др. режимы работы крутильных весов. Если эталонные массы вращаются вокруг оси крутильной нити с частотой, равной частоте собственных колебаний весов, то по резонансному изменению амплитуды крутильных колебаний можно судить о величине Г. п. (резонансный метод). Модификацией динамич. метода является ротационный метод, в к-ром платформа вместе с установленными на ней крутильными весами и эталонными массами вращается с пост. угл. скоростью.

Авторы, место проведения, год публикации	Метод	Величина гравитационной постоянной $10^{-11} \text{м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$
Хейл, Хржановский (США), 1942	динамический	$6,673 \pm 0,005$
Роуз, Паркер, Бимс и др. (США), 1969	ротационный	$6,674 \pm 0,004$
Реннер (ВНР), 1970	ротационный	$6,670 \pm 0,008$
Фаси, Понтикис, Лукас (Франция), 1972	резонансный	$6,6714 \pm 0,0006$
Сагитов, Милюков, Монахов и др. (СССР), 1978	динамический	$6,6745 \pm 0,0008$
Лютер, Таулер (США), 1982	динамический	$6,6726 \pm 0,0005$

Приведённые в табл. среднеквадратич. ошибки указывают на внутр. сходимость каждого результата. Нек-рое расхождение значений Г. п., полученных в разных экспериментах, связано с тем, что определение Г. п. требует абсолютных измерений и поэтому возможны систематич. ошибки в отд. результатах. Очевидно, достоверное значение Г. п. может быть получено только при учёте разл. определений.

Как в теории тяготения Ньютона, так и в общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна Г. п. рассматривается как универсальная константа природы, не меняющаяся в пространстве и времени и независимая от физ. и хим. свойств среды и гравитирующих масс. Существуют варианты теории гравитации, предсказывающие переменность Г. п. (напр., теория Дирака, скалярно-тензорные теории гравитации). Нек-рые модели расширенной *супергравитации* (квантового обобщения ОТО) также предсказывают зависимость Г. п. от расстояния между взаимодействующими массами. Однако имеющиеся в настоящее время наблюдательные данные, а также специально поставленные лабораторные эксперименты пока не позволяют обнаружить изменения Г. п.

Лит.: Сагитов М. У., Постоянная тяготения и масса Земли, М., 1969; Сагитов М. У. и др., Новое определение кавендишевой гравитационной постоянной, «ДАН СССР», 1979, т. 245, с. 567; Милюков В. К., Изменяется ли гравитационная постоянная?, «Природа», 1986, № 6, с. 96.

ГРАВИТАЦИОННАЯ ФОКУСИРОВКА — свойство гравитирующего объекта отклонять проходящий мимо него поток частиц или излучения и собирать (фокусировать) его. Гравитирующий объект действует при этом наподобие оптич. или эл.-магн. линзы.