

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основой для этой небольшой книжки послужили лекции, читающиеся мною с 1940 г. на астрономическом отделении Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Главной целью книги является изложить в компактном виде, но достаточно понятно, основные вопросы классической теории притяжения, дополнив их некоторыми более поздними результатами.

Отправным пунктом теории притяжения является, как известно, закон всемирного тяготения И. Ньютона, сформулированный великим ученым в его бессмертном сочинении «Математические начала натуральной философии» (1687 г.) и признающийся с тех пор одним из основных законов природы. Согласно этому закону, всякие две материальные частицы притягивают друг друга с силой, прямо пропорциональной произведению масс этих частиц и обратно пропорциональной квадрату их взаимного расстояния.

Этот простой закон оказывается приближенно справедливым и для двух протяженных тел, если только их линейные размеры достаточно малы по сравнению с разделяющим их расстоянием. Обоснование этого, чрезвычайно важного для приложений результата является одной из важнейших задач теории притяжения, и этот результат широко применяется как в небесной, так и в земной механике.

Однако не всегда оказывается возможным рассматривать реальные тела природы как материальные точки. Если тела достаточно близки друг к другу, то приходится принимать во внимание неоднородность их внутреннего строения и иногда причудливости их формы, вследствие чего выражение для силы их взаимного притяжения делается гораздо более сложным и громоздким.

Определение величины и направления этой силы представляет другую важнейшую задачу теории притяжения,

необходимую для построения теории движения многих небесных тел, например Луны или близких спутников больших планет, а также для искусственных спутников Земли и космических ракет.

Весьма редко эта задача решается в конечном виде и при помощи элементарных, в широком смысле этого слова, функций. В громадном большинстве случаев нужные нам величины приходится представлять в виде бесконечных рядов того или иного вида, структуру которых часто приходится выбирать в соответствии со специфическими особенностями рассматриваемой задачи. А так как практически мы можем пользоваться только обрывками бесконечных рядов (т. е. суммами нескольких их первых членов!), то всегда возникает необходимость оценки совокупности отбрасываемых членов, что вообще представляет трудную с математической точки зрения задачу.

Совокупность всех вопросов, связанных с употреблением бесконечных рядов, составляет существенную часть теории притяжения и необходимо должна рассматриваться при всяком изложении этой теории. В настоящей книге этому важному отделу посвящена почти половина ее содержания, заключающая в себе главы IV и V.

Основным понятием теории притяжения является понятие *силовой функции* (или *функции сил*), зная которую, мы можем при помощи простых дифференцирований рассчитать величину и направление силы притяжения, а также ее момент относительно заданной точки.

Обыкновенно этот классический термин «силовая функция» заменяют другим словом, а именно словом «потенциал», что является укоренившейся по вине математиков ошибкой, ибо в физике и в механике потенциал определяет потенциальную энергию рассматриваемого тела и отличается от силовой функции знаком.

Так как в литературе термин «потенциал», к сожалению, постоянно широко употребляется вместо термина «силовая функция», то мы также иногда будем им пользоваться, стараясь все же большей частью вводить более правильную терминологию.

Отчасти по этой же причине и книгу мы называем не «Теория потенциала», но «Теория притяжения», подчеркивая одновременно этим названием, что содержанием книги

являются не вопросы математической физики, а вопросы астрономии и механики.

В связи с этим в книгу не вошли некоторые разделы, которые обыкновенно включаются в «Теорию потенциала» и являются необходимой ее частью. Так, например, в нашу книгу не включено изложение теории гармонических функций в пространстве, которая, конечно, совершенно необходима для изложения математической теории потенциала и ее приложений к вопросам математической физики.

Но для тех вопросов, совокупность которых составляет *теорию притяжения*, гармонические функции не являются необходимыми и без них вполне можно обойтись.

По тем же причинам в книге вовсе не рассматривается понятие логарифмического потенциала, а понятие потенциала двойного слоя вводится только как вспомогательное математическое понятие, не имеющее механического смысла.

Наша книга разделена на пять глав. В главе I содержатся основные понятия теории притяжения и способы нахождения величины силы, действующей на материальную точку со стороны материального тела, а также нахождения величины и направления силы притяжения и ее момента для двух взаимно притягивающихся тел. При этом необходимо отметить, что под притягивающим телом мы понимаем и тело в собственном смысле этого слова, и материальную линию, и материальную поверхность.

В главе II рассматриваются свойства притяжения как во внешнем относительно притягивающих масс пространстве, так и вблизи притягивающих масс и внутри них.

Глава III посвящена рассмотрению силы притяжения простейших тел, т. е. рассмотрению тех случаев, когда силовую функцию можно представить конечной формулой, пусть даже содержащей в себе знаки квадратур. Особое внимание уделено здесь рассмотрению притяжения тел эллипсоидальной формы, как наиболее интересных для применений в небесной механике. Здесь центральное место занимает формула Дирихле для силовой функции однородного эллипсоида и формула С. А. Чаплыгина для эллипсоида, обладающего эллипсоидальным распределением плотностей.

Глава IV содержит изложение элементов теории сферических функций с выводом необходимых формул и соотношений и с рассмотрением вопроса о разложении любой

функции, заданной на сфере и удовлетворяющей некоторым условиям, в ряд по сферическим функциям.

Наконец, в главе V подробно рассматривается важный для приложений вопрос о разложении силовой функции в бесконечный ряд; приводится ряд примеров, важных сами по себе, когда разложение силовой функции может быть написано в простом и удобном виде. Эти примеры дают разложение силовой функции и одномерных тел (материальный отрезок, материальное кольцо Гаусса) и двумерных, или простых слоев (материальное круглое кольцо, сферический слой) и, наконец, тел трехмерных (эллипсоид и сфероиды).

Последний параграф посвящен вопросу о разложении силовой функции взаимного притяжения двух произвольных тел.

К сожалению, небольшие размеры книги не позволили рассмотреть в ней много важного и интересного. В частности, мы были вынуждены отказаться от изложения результатов А. М. Ляпунова по разложению силовой функции произвольного тела в ряд особого вида. Впрочем, эти результаты А. М. Ляпунова применимы главным образом в теории фигур небесных тел и стоят несколько в стороне от основных вопросов, составляющих содержание этой книги.

Необходимо отметить, что при составлении книги автор использовал много отечественных и иностранных сочинений по теории потенциала и близким к ней вопросам. Названия этих сочинений читатель найдет в конце книги в списке использованной литературы, а также в подстрочных примечаниях.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить глубокую благодарность Л. Н. Сретенскому, который внимательно прочитал всю рукопись книги и сделал ряд ценных замечаний.

Автор