

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга — третья в задуманной мною серии учебных пособий по основным вопросам небесной механики — является продолжением двух предыдущих *).

Как показывает подзаголовок, книга посвящена изложению основ аналитических и качественных методов науки о движении небесных тел, а поэтому прежде всего следует установить, что под этим подразумевается.

В предыдущей книге было показано, что задачи небесной механики приводятся к рассмотрению систем обыкновенных дифференциальных уравнений, которые, однако, в конечном виде большей частью не интегрируются. Вследствие этого приходится прибегать к различным приближенным способам интегрирования, к которым относятся и различные приемы численного интегрирования, и методы последовательных приближений, и применение бесконечных рядов того или иного вида.

Под аналитическими методами мы будем разуметь способы и приемы, дающие возможность найти общее или частное решение предложенной системы дифференциальных уравнений в виде бесконечных сходящихся рядов, позволяющих находить числовые значения интересующих нас величин с любой степенью точности.

Однако из рассмотрения бесконечных рядов вообще затруднительно или даже невозможно вывести общие свойства движения, что заставило в конце прошлого столетия А. М. Ляпунова и почти одновременно А. Пуанкаре изобрести и разработать новые методы, которые Пуанкаре назвал качественными.

Теперь под качественными методами дифференциальных уравнений понимают все способы и приемы, позволяющие установить свойства функций, удовлетворяющих дифференциальному уравнению, не зная общего решения этих уравнений и не используя бесконечные ряды. В применении к небесной

*) См. Г. Н. Дубошин, Теория притяжения, Физматгиз, 1961 и Г. Н. Дубошин, Небесная механика. Основные задачи и методы, изд. 3-е, «Наука», 1975.

механике качественные методы теории дифференциальных уравнений позволяют определить общие свойства движений небесных тел, а аналитические методы дают возможность получить формулы, позволяющие определять положения и скорости движущихся тел для любого момента времени.

Обычно при решении конкретных задач о движении небесных тел (естественных и искусственных) приходится сочетать оба направления — аналитическое и качественное, — проверяя справедливость аналитических формул качественным путем или получая качественные результаты при помощи аналитических приемов.

В результате такого сочетания можно построить строгую математическую теорию движения, практическую удовлетворительность которой можно установить сравнением с наблюдениями, с одной стороны, и сравнением с результатами численного интегрирования — с другой.

Настоящая книга не претендует на полное изложение всех вопросов качественной и аналитической небесной механики, но имеет своей целью дать некоторое, первоначальное, представление об этой области науки.

Книга разделена на три части. Первая часть «Общие методы» содержит изложение основных результатов теории устойчивости движения, созданной А. М. Ляпуновым, и теории периодических решений, разработанной А. М. Ляпуновым и А. Пуанкаре.

Вторая часть «Ограниченные задачи» заключает в себе изложение некоторых основных результатов, касающихся ограниченной задачи трех тел, причем главное внимание обращено здесь на вопросы устойчивости частных решений рассматриваемых задач и связанные с последними вопросы существования и нахождения периодических решений.

Третья часть «Неограниченные задачи» посвящена в основном изложению важнейших результатов в проблеме трех тел.

Здесь рассматриваются частные решения общей задачи трех тел, приводятся теоремы Брунса и Пуанкаре о несуществовании алгебраических и однозначных трансцендентных интегралов задачи трех тел, кроме десяти классических, и излагаются исследования Зундмана, дающая общее математическое решение задачи трех тел.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Второе издание учебного пособия «Небесная механика. Аналитические и качественные методы» представляет собой некоторую переработку 1-го издания 1964 г. Общая структура книги осталась почти без изменения. Книга разделена на три части так же, как и в 1-м издании, но в третью часть добавлена новая глава.

Теперь опишем все части с большей подробностью. Первая часть «Общие методы» не изменилась по содержанию, только исправлены некоторые недостатки и кое-где введены некоторые дополнения. А именно, в главу II прибавлены поясняющие примеры и введен дополнительный раздел, дающий понятие об устойчивости при постоянно действующих возмущениях и приведено доказательство теоремы Ляпунова о производном определителе, которая в 1-м издании дана без доказательства. Наконец, подробно рассмотрен важный пример Ляпунова составления характеристического уравнения для уравнения второго порядка с периодическими коэффициентами.

В части второй «Ограничные задачи» главы VI и VII оставлены без изменения. Но первые две главы этой части написаны заново. Это объясняется тем, что часть материала этих глав была внесена во 2-е издание нашего курса «Небесная механика. Основные задачи и методы» 1968 г. и перешла также в 3-е издание этой книги 1975 г. Поэтому нет необходимости опять повторять то, что уже было дважды напечатано. Кроме того, задача двух неподвижных центров входит в монографию проф. Е. П. Аксенова.

В настоящем издании глава IV называется «Задача неподвижных центров», где задача двух неподвижных центров отмечена как частный случай. В этой главе рассмотрена также классическая задача теоретической механики — задача о движении материальной точки, находящейся под действием одного неподвижного центра, куда относятся также задача Мещерского и одна задача, рассмотренная когда-то автором.

В главе V «Ограниченная задача трех тел» сохранено только название, а весь текст написан заново. Здесь рассматривается

обобщенная задача трех тел. Выводятся общие условия существования частных решений — треугольных и прямолинейных. Подробно рассматривается задача об устойчивости точек либрации в разных неклассических случаях, из которых классические результаты получаются как частные случаи. Уточнена и пересмотрена задача о периодических решениях точек либрации в классической постановке.

В части третьей «Неограниченные задачи» осталось две главы, причем глава VIII называется теперь «Общая задача многих тел», в которой рассматриваются обобщенные задачи многих и трех материальных точек и выводятся условия существования частных решений общей задачи трех тел-точек.

Первые три параграфа этой главы излагают результаты, полученные автором. Последние два параграфа перенесены из 1-го издания почти без изменений.

Глава IX «Задача о движении неизменяемых твердых тел» написана заново по результатам работ автора, которые в предыдущем издании не затронуты, а в изданиях первой нашей книги затронуты только частично для частного случая, когда движение тел управляется законом Ньютона.

В настоящее время задача о движении твердых тел служит предметом исследований многих авторов как в нашей стране, так и за рубежом, но только для случая закона Ньютона. В данной книге, излагающей результаты автора, рассматриваются случаи общих законов сил, а случай закона Ньютона упоминается как частный.

В этой главе рассмотрены общие уравнения движения многих тел, а более подробно — трех тел. Для последней задачи выведены условия существования частных решений, аналогичных классическим, и приведены некоторые результаты, касающиеся задачи об устойчивости лагранжевых и эйлеровых решений ограниченной задачи трех твердых тел.

В данное издание не включены главы 1-го издания «Теоремы несуществования интегралов» и «Метод Зундмана решения задачи трех тел».

В конце книги приведен список использованной и рекомендуемой литературы, которого нет в 1-м издании.