

Содержание

Предисловие	5
1. О моделировании, решении задач, MS Excel и VBA	7
1.1. О решении задач и моделировании	7
1.2. Основные особенности использования MS Excel при решении задач и моделировании	10
1.3. VBA и Excel	21
1.4. Создание счетчиков для автоматизации процесса моделирования	36
2. Основные положения теории стрельбы и баллистики для решения задач в однородном поле тяготения	51
2.1. Построение траекторий пули в однородном поле тяготения	56
2.2. Влияние силы Кориолиса на траекторию полета снаряда	63
2.3. Стрельба по наземной цели	71
2.4. Глубина поражения	75
2.5. Мертвое и прикрытое пространство	78
2.6. Стрельба поверх своих подразделений	82
2.7. Моделирование полета снаряда	84
2.8. Стрельба по движущейся мишени	88
2.9. Оценка эффективности стрельбы по мишени	91
2.10. Бомбометание по наземной цели с самолета	106
2.11. Поражение минометной позиции или контрбатареиная борьба	118
2.12. Перехват баллистической ракеты	131
2.13. Моделирование активного участка полета ракет	141
2.14. Построение траекторий пули с учетом аэродинамических сил	153
2.15. Поражение наземной цели ракетой с боевыми блоками	161
2.16. Стрельба по наземной цели управляемым снарядом	165
3. Основные положения теории стрельбы и баллистики для решения задач в центральном гравитационном поле Земли	173
3.1. Круговая орбита КА	178
3.2. Эллиптическая орбита КА	180
3.3. Расчет орбиты КА по параметрам конца активного участка	184
3.4. Модель визуального движения КА по орбите	186
3.5. Трасса полета КА	191
3.6. Возможности РЛС по обнаружению КА	200
3.7. Зона просмотра Земли с стационарного КА	203
3.8. Графики скорости, периода обращения КА на круговой орбите и годографы скорости на эллиптической орбите	206
3.9. Переход КА с круговой орбиты на эллиптическую орбиту	210
3.10. Переход КА с одной круговой орбиты на другую	214
3.11. Совместный полет КА на круговых орбитах	219
3.12. Построение траектории БР	238

3.13. Расчет района досягаемости БР	240
3.14. Стрельба БР по наземной цели с учетом ее географических координат	243
3.15. Построение графиков дальности стрельбы БР	255
3.16. Построение графиков времени полета БР	257
3.17. Доставка груза на орбиту.....	259
3.18. Трехмерное моделирование полета КА	273
Литература	278

Предисловие

В книге раскрыты возможности MS Excel и VBA при решении задач теории стрельбы и баллистики. В ней приведены общеизвестные задачи, которые излагаются в книгах по теории стрельбы и баллистике. Однако рассмотренные примеры позволят понять «физику» задач.

Для ясности приведем определения теории стрельбы и баллистики, которые можно найти в толковых словарях и энциклопедиях.

Теория стрельбы - дисциплина, которая на основе исследования явлений, сопровождающих стрельбу, и оценки ее эффективности вырабатывает рациональные методы подготовки и ведения огня, а также предлагает исходные данные разработки требований к ствольным комплексам.

Баллистика - наука, изучающая движение артиллерийских снарядов, авиабомб, мин, гранат и пуль (снарядов), а также ракет, их боевых блоков, космических аппаратов. Характерной чертой такого движения является наличие двух участков разгонного и свободного.

На активном (разгонном) участке полёта тело (снаряд, ракета и др.) получает запас кинетической энергии, а на пассивном (свободном) участке полёта полученная энергия расходуется на преодоление сопротивления среды и силы тяжести.

Теория стрельбы и баллистика основываются на законах теоретической и небесной механики, термо-, газо- и аэродинамики, теории горения порохов, теории вероятностей и математической статистики, теории управления и др.

Главным методом теории стрельбы и баллистики является математическое моделирование движения снарядов и ракет.

В книге рассмотрены примеры, связанные с пассивным (свободным) участком полета, и прикладные задачи.

В начале представлены задачи, где при решении используются формулы движения тел в однородном поле тяжести.

Далее рассматриваются задачи с использованием уравнения движения тел в центральном гравитационном поле Земли.

При решении используются упрощения для исключения усложнения алгоритмов. Земля представляется в виде сферы, отсутствует атмосфера, снаряд или ракета представляются в виде материальных точек с заданной массой и т.п. Однако основная сущность решения задач сохраняется.

Основную часть содержания составляют методики по разработке, отладке и графической иллюстрации результатов математического моделирования в среде MS Excel и VBA. Наряду с отработкой технических приемов программирования, особое внимание уделено уяснению физических основ теории стрельбы и баллистики, подробно рассмотрен математический аппарат задач прикладного характера, сделан акцент на интер-

претацию результатов и графическую наглядность процесса моделирования, представлен анализ возможных ошибок в ходе отладки программных модулей.

В книге приведены справочные данные по основным положениям MS Excel и VBA с примерами. Все это позволит самостоятельно разобраться с представленными задачами. Для автоматизации процесса моделирования из-за имеющихся ограничений при применении встроенных функций MS Excel в примерах используются пользовательские функции, надстройки, управляющие элементы, формы, объекты диаграммы, процедуры и методы VBA.

Надеемся, что пользователи владеют нужными знаниями и смогут самостоятельно изучить необходимые элементы теории стрельбы и баллистики при помощи Интернета для уяснения сущности решения задач и анализа результатов моделирования.

Все это позволит приобрести необходимые навыки для разработки моделей различных задач и в дальнейшем легко освоить программирование на других языках, а затем уже самостоятельно разрабатывать программные приложения и продукты. В этом и заключается цель книги.

1. О моделировании, решении задач, MS Excel и VBA

1.1. О решении задач и моделировании

В жизни все постоянно решают задачи и моделируют. Решение задач связано с конкретными исходными данными и условиями. В результате решения задачи получаем конкретные данные. При моделировании исходные данные и условия обычно изменяются в определенных диапазонах, а в результате моделирования получаем данные, которые располагаются в определенных диапазонах, зависящих от различных начальных условий. После проведения моделирования обычно проводят анализ и принимают конкретное решение, основанное на изучении полученных данных и оценки эффективности различных вариантов модели.

Вспомним о классических подходах в разъяснениях понятий о решении задач и моделировании.

Решение задачи - выполнение действий или мыслительных операций, направленных на достижение цели при заданной проблемной ситуации. Данное понятие имеет очень широкий смысл. Нам желательно его сузить и конкретизировать.

Существуют различные методы решения задач, в которые включен и метод моделирования. Круг кажется, замкнулся. Чтобы все-таки его разорвать остановимся на решении математических задачах, математическом и компьютерном моделировании. Общим для них является то, что они основываются на применении определенного языка, символов, объектов и методов математики.

Теперь сделаем еще один шаг для конкретизации. Есть задача о выходе путника из пункта А. Необходимо вычислить время, когда путник прибудет в пункт В при заданных условиях. Это есть классический пример математической задачи, когда в результате решения получаем время прибытия путника в пункт В. Но если требуется построить график движения путника, то уместно говорить о модели перемещения путника из пункта А в пункт В. Здесь нужно учесть возможную скорость передвижения путника как свойство объекта. То есть имеем элементарную модель перемещения путника в пространстве. Если знаний о скорости недостаточно, то можно ввести в модель дополнительные данные о качестве до-

роги, остановках на отдых, средствах и способах передвижения, запасах топлива и т.п. Это позволит усложнить модель и получить дополнительные данные. Но не всегда в модели можно учесть все данные. Одни данные неизвестны, другие не нужны, третьи – нельзя учесть в модели из-за различных математических или технологических трудностей.

Таким образом, при моделировании учитываются существенные свойства и параметры объектов (явлений природы, события и т.п.). Выбор свойств объектов определяется поставленными целями исследования или возможностями их учета в модели. Свойства могут быть внешними и внутренними по отношению объекта. Внешние свойства связаны с окружающей средой, а внутренние – с сущностью объекта. При этом все свойства могут изменяться при моделировании. Также свойства делятся на входные и выходные. Обычно выходные свойства зависят от входных. При этом входные свойства задаются в ходе моделирования, а выходные получаем в результате воздействия входных свойств на объект. Для более полного изучения объекта входные свойства задаются в виде диапазона данных. Хотя они могут задаваться как константы или изменяемые параметры от других входных свойств.

Следует отметить, что, прежде чем начать моделирование объекта решаются задачи при конкретных значениях свойств (данных) для отладки или проверки правильности модели. Не существуют модели без этапа решения задач. Контрольные просчеты нужны не только на этапе создания, отладки модели, но и для проверки достоверности полученных данных при моделировании различных ситуаций.

Классификация моделей разнообразна, но нас интересуют математические и компьютерные модели. Компьютерную модель нельзя создать без математической модели.

Математическая модель есть приближённое описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики. Почему приближённое? Так как в модели все учесть нельзя! Стараются учесть в первую очередь только существенное и необходимое.

На основе математического описания разрабатывается алгоритм модели. Далее разрабатывается программа модели в определенной среде программирования. Программа размещается в компьютере, заносятся исходные данные и запускается программа на выполнение. Компьютер

начинает функционировать в соответствии с программой модели, обрабатываются данные и выдаются выходные данные в виде графиков или таблиц. Таким образом, компьютерная модель есть программа алгоритма, который разработан на основе математического описания модели.

Чем привлекательны компьютерные модели? Во-первых, можно в любое время проводить исследование реальных объектов необходимое число раз. Во-вторых, смело изменять исходные данные и получать результаты, которые для реальных объектов были бы «губительны». В-третьих, спокойно вносить изменения для улучшения модели или исправления ошибок.

Современный специалист должен иметь навыки моделирования. Для этого он должен знать свою предметную область, иметь знания в области математики, уметь составлять алгоритмы, знать основы программирования.

С помощью приложения MS Excel можно изучить все эти вопросы и затем спокойно перейти к изучению программирования на любом языке.

При наличии MS Excel не нужно выбирать язык программирования, устанавливать дополнительно среду программирования. Нужно только иметь ПК, интерес, настойчивость и усидчивость

1.2. Основные особенности использования MS Excel при решении задач и моделировании

Любой продукт, создаваемый с использованием MS Excel, содержит три компонента:

- таблицу входных данных;
- таблицу выходных данных;
- графическую компоненту.

В таблице входных данных находятся исходные данные, которые могут иметь различные форматы. Исходными данными могут быть числа, текст (символы), даты, время и т.п. Но самое главное в исходных таблицах не производят вычислений. Исходные данные могут быть представлены в таблице в виде одного или нескольких столбцов (строк), а также в виде совокупности или одиночных параметров.

В таблицах выходных данных должны присутствовать вычисления с использованием исходных данных. При этом в таблицах производятся как итоговые, так и промежуточные вычисления.

Графическая компонента позволяет наглядно изображать результаты вычислений, зависимости выходных данных от исходных данных или параметров, а также изменения динамики различных величин.

Остановимся на таблицах входных данных. В ячейки таблицы могут быть внесены числовые или текстовые данные.

Текстовые данные могут состоять из букв или символов.

Числовые данные могут иметь размерности. Однако для исключения неприятностей при расчетах целесообразно использовать числовые данные без размерностей. Размерности нужно указывать в заголовках столбцов (строк) таблицы. Следует помнить, что все символы имеют числовые коды, которые можно увидеть в окне *Символы* при выборе символа для вставки (внизу окна).



При записи текста или символа они прижимаются к левому краю ячейки по умолчанию (A1, A3). Числа всегда прижимаются к правому краю ячейки (A2). В противном случае всегда нужно обратить внимание на разделительный знак целой и дробной части числа (B2).

	A	B
1	Текст	75,9
2		75,9
3	→	

При форматировании числовых данных обращаются к *Формат ячеек*, далее в окне выбирают закладку *Число* и активируют нужный формат из списка *Числовой формат*. Если отсутствует нужный формат, то можно