

Программа расчета эфемерид версия 2.0 от 9 сентября 2014 года

1. Общая информация о программе

Программа расчета эфемерид (или ПРЭ, если сокращенно) предназначена, как явствует из ее названия, для вычисления координат различных небесных тел – Солнца, Луны, больших и малых планет Солнечной системы. Главной особенностью программы является то, что результаты своих вычислений она сводит в таблицу, которая пишется в текстовый файл. Поддерживается создание текстовых файлов в кодировках MS-DOS и Windows (CP-866 и WIN-1251 соответственно), текстовых файлов, предназначенных для импорта в программу Microsoft Excel (или ее аналог), а также готовых веб-страниц (HTML-файлов).

По сравнению с предыдущими версиями (ПРЭ 1.x), которые являлись, по сути, лишь своеобразными «пробами пера», ПРЭ 2.0 основательно переработана, а правильнее сказать – переписана с нуля (причем на другом языке программирования). От прежних версий сохранены лишь наиболее бесспорные алгоритмы, а в остальном вычислительная часть написана заново. Изменился и способ управления программой, а самих настроек стало гораздо больше, что обеспечивает более гибкое взаимодействие программы и пользователя. При этом программа разделена на оболочку и вычислительную часть.

Как и в предыдущих версиях, ПРЭ 2.0 может работать под управлением операционных систем Windows и MS-DOS (либо ее совместимых аналогов). При этом функционал, способ взаимодействия с пользователем и вычислительные возможности у этих двух вариантов программы совершенно одинаковы. Впрочем, для MS-DOS предусмотрена и упрощенная версия, которая использует менее точные алгоритмы и имеет меньшие системные требования, однако последнее обстоятельство будет иметь значение разве что для заядлых любителей компьютерного доунгрейда. Для операционной системы Windows предусмотрен экспериментальный 64-разрядный вариант программы.

ПРЭ является абсолютно бесплатной и поставляется согласно принципам «как есть» и «не нравится – не пользуйтесь», то есть со всеми своими возможными ошибками и недоработками. Каких-либо ограничений на распространение при условии сохранения неизменным кода программы не предусмотрено, равно как гарантий, то есть автор не несет никакой ответственности за последствия использования программы или его невозможности, за вероятные несоответствия программы чьим-либо ожиданиям и тому подобные вещи, никак от воли автора не зависящие. Единственное, что может гарантировать автор, – так это то, что программа будет занимать место на диске.

2. Системные требования

Для запуска любого из «стабильных» вариантов ПРЭ 2.0 необходимо иметь следующее:

- IBM-совместимый компьютер на базе любого процессора типа x64 или любого 32-разрядного процессора типа x86;
- Не менее 16 мегабайт оперативной памяти;
- Операционную систему Windows NT/2000/XP/Vista/7/8/8.1 либо серверную версию какой-либо из них.

Для экспериментального 64-разрядного варианта нужен процессор типа x64 и соответствующая операционная система.

Таким образом, очевидно, что для работы программы подойдет практически любой сколько-нибудь современный компьютер или ноутбук.

При этом необходимо также отметить следующее. Варианты программы, предназначенные для MS-DOS (как полный, так и упрощенный) по определению будут работать под управлением операционных систем Windows 95/98, а также любых других 32-разрядных версий Windows. Работа под Windows 95/98 варианта программы, предназначенного для Windows, не гарантируется, хотя и не исключается: там он просто не проверялся. Вариант программы, предназначенный для Windows, практически полнофункционально работает под управлением операционной системы Windows NT 4.0 SP6a, однако неизвестно, будет ли он работать под Windows NT более ранних версий или же с иной версией пакета обновления. В столь экзотических условиях способность программы к функционированию не проверялась, так как у ее автора нет ни желания, ни возможности этим заниматься.

Версии Windows, предназначенные для компьютеров на базе процессоров типа x64, поддерживают только варианты ПРЭ 2.0 для WIN32 и WIN64. Варианты программы, предназначенные для MS-DOS, в таких операционных системах можно запустить посредством эмулятора, например, DOSBOX версии 0.74 (возможно, они будут работать и с более ранней версией эмулятора, но там они не проверялись). Впрочем, на такой компьютер можно установить самую обычную 32-разрядную версию Windows и запускать из-под нее все программы, входящие в стандартную поставку ПРЭ 2.0.

Наконец, для любителей доунгрейда приведем системные требования вариантов программы, предназначенных для MS-DOS. Полному варианту требуется следующее:

- Операционная система: MS-DOS 3.30 и новее либо совместимый аналог;
- Оперативная память: не менее 4 мегабайт;
- Процессор: Intel 386 (либо совместимый аналог) с математическим сопроцессором или более совершенный;
- Видеокарта типа EGA, VGA или SVGA.

Видеокарта одного из указанных типов на самом деле необходима лишь оболочке, предназначенной для программы, тогда как вычислительная часть ПРЭ 2.0 работает в текстовом режиме экрана и тип видеокарты сам по себе для

нее не имеет существенного значения. Однако сообщения пользователю она выдает на русском языке, в связи с чем было бы неплохо иметь видеокарту, поддерживающую русификацию (а точнее, загрузку пользовательского шрифта) в текстовом режиме. Впрочем, выдачу сообщений на экран можно и отключить, но об этом будет рассказано в разделе, посвященном управлению программой. Добавим также, что при запуске вычислительной части программы из-под оболочки необходимости в специальной русификации экрана нет, однако в таком случае остается в силе требование иметь как минимум EGA-видеокарту.

Отмечена, кроме того, некоторая несовместимость драйвера мыши версии 8.20 от фирмы Microsoft с оболочкой для этого варианта программы: после запуска оболочки драйвер мыши инактивируется. Возможно, что такая проблема будет иметь место и с другими драйверами. Решается она заменой драйвера, например, на Cute Mouse 2.0 из состава FreeDOS.

Упрощенному варианту программы необходимо следующее:

- Не менее 300 килобайт свободной нижней памяти;
- Процессор: Intel 286 (либо совместимый аналог) с математическим сопроцессором или более совершенный;
- Видеокарта типа VGA или SVGA.

Специальная оболочка для упрощенной версии программы не предусмотрена, управление ей осуществляется только посредством конфигурационных файлов (об этом пойдет речь в соответствующем разделе), а русификацией экрана она занимается самостоятельно, загружая при запуске экранный шрифт размером 8x16 пикселей. При запуске в среде MS-DOS или эмулятора DOSBOX этот шрифт будет использоваться до ближайшей смены экранного режима, после чего будет восстановлено использование шрифта, загруженного до запуска программы. Загрузку шрифта можно отключить, отключив выдачу сообщений при работе, что может быть полезным при запуске этого варианта программы на каком-нибудь старом компьютере, оборудованном видеокартой EGA или более древней, если таковой в наше время еще отыщется.

3. Комплект поставки

После установки программы в папке MAIN окажутся несколько файлов, каждому из которых ниже дается краткое описание.

- PREPHW32.EXE – вычислительная часть варианта программы, предназначенного для Windows. Для работы необходимы файлы SETTINGS.INI и NUMERIC.INI (либо их заменители, но об этом будет сказано в соответствующем разделе), при вычислении эфемерид объекта, заданного пользователем, – также OBJECT.INI, а при составлении веб-страниц – STYLECSS.INI.
- PREPH386.EXE – вычислительная часть полного варианта программы, предназначенного для MS-DOS. Необходимые файлы – точно такие же, как и для PREPHW32.EXE, а также CWSDPMI.EXE, без которого она просто не сможет запуститься.
- PREPH286.EXE – вычислительная часть упрощенного варианта программы, предназначенного для MS-DOS. Необходимые файлы – точно такие же, как и для PREPHW32.EXE.
- PREPHW64.EXE – вычислительная часть экспериментального варианта программы, предназначенного для 64-разрядных процессоров. Необходимые файлы – точно такие же, как и для PREPHW32.EXE.
- EPHEM20W.EXE – оболочка варианта программы, предназначенного для Windows. В каких-либо дополнительных файлах не нуждается, но при отсутствии PREPHW32.EXE сможет лишь производить запись конфигурационных файлов.
- EPHEM20D.EXE – оболочка варианта программы, предназначенного для MS-DOS. Для работы необходимы файлы CWSDPMI.EXE и S_AS.CHR. При отсутствии PREPH386.EXE сможет лишь производить запись конфигурационных файлов.
- CWSDPMI.EXE – расширитель DOS, необходимый для работы программ PREPH386.EXE и EPHEM20D.EXE.
- S_AS.CHR – шрифт, который программа EPHEM20D.EXE использует для русификации экрана.
- SETTINGS.INI – текстовый файл, содержащий основные параметры для запуска вычислительной части программы. Необходим для запуска PREPHW32.EXE и PREPH386.EXE.
- NUMERIC.INI – текстовый файл, содержащий численные параметры для вычислительной части (дата, время, часовой пояс и так далее). Необходим для запуска PREPHW32.EXE и PREPH386.EXE.
- STYLECSS.INI – текстовый файл, содержащий в себе CSS-параметры оформления веб-страниц, заключаемые в тег STYLE, и необходимый для их создания.
- OBJECT.INI – текстовый файл, содержащий название и значения орбитальных элементов заданного пользователем объекта Солнечной

системы, эфемериды которого он хочет вычислить. Необходим при использовании соответствующей опции программы.

В папке DOCS будут расположены четыре документа:

- PREPHEN2.PDF – общее описание программы;
- PREPHEN2.TXT – оно же в виде текстового файла в кодировке MS-DOS;
- ASTEROID.PDF – параметры орбит всех поименованных астероидов, известных на 14 июня 2006 года;
- ASTEROID.TXT – они же в виде текстового файла в кодировке MS-DOS.

Учитывая вышеизложенное, Вы можете самостоятельно отобрать те файлы, которые реально необходимы Вам для работы, удалив из папки с программой все то, что представляется Вам ненужным.

4. Основные возможности программы

Ниже вкратце отметим основные функции и возможности ПРЭ 2.0. Итак, программа умеет:

1. Вычислять координаты Солнца, Луны, больших планет Солнечной системы, карликовых планет Цереры и Плутона, а также астероидов Паллады, Юноны, Весты, Икара, Гидальго, Хирона, Диоретсы, Варуны, Иксиона и Седны в трех различных системах координат – эклиптической, 2-й экваториальной и горизонтальной, при этом может учитываться влияние абберации, нутации, атмосферной рефракции и параллакса (топоцентрическая поправка);
2. Записывать эфемериды указанных небесных тел как в сводные таблицы, так и в индивидуальные, где помимо собственно координат даются времена восхода, захода и верхней кульминации, а по возможности – и некоторые физические параметры;
3. Рассчитывать эфемериды больших и малых планет Солнечной системы в различных системах гелиоцентрических координат;
4. Вычислять планетоцентрические сферические координаты планет Солнечной системы, причем центром системы координат может быть любая из планет, работа с которой предусмотрена в программе;
5. Вычислять гелиоцентрические и геоцентрические прямоугольные координаты больших и малых планет Солнечной системы;
6. Рассчитывать эфемериды любого объекта Солнечной системы, обращающегося непосредственно вокруг Солнца, по шести кеплеровским элементам орбиты, которые задаются пользователем, а также времена восхода, захода и верхней кульминации этого объекта;
7. Любую из создаваемых таблиц сохранять в любом из четырех поддерживаемых форматов, будь то текст MS-DOS, текст Windows, текст для импорта в Microsoft Excel или веб-страница.

Таким образом, функционал по сравнению с ПРЭ версий 1.x несколько расширен (о качественных улучшениях пока даже не говорим), хотя функции, реализованные в первых версиях, в целом повторяются. При этом вычисление селеноцентрических (или луноцентрических, как их еще называют) координат больше не производится. За ненадобностью.

О том, чем характерна та или иная возможность программы, а также о том, как всем этим пользоваться, будет подробно рассказано далее.

5. Комментарии к функциям программы

5.1. Вычисление геоцентрических координат Солнца, Луны и планет

Одно из важнейших усовершенствований в ПРЭ 2.0 по сравнению с ее первыми версиями – это существенно возросшая точность вычислений, что привело и к значительному увеличению размеров исполняемых файлов, входящих в комплект программы.

Вместе с тем, сам принцип вычисления тех или иных координат почти не претерпел изменений: для Солнца и Луны в первую очередь вычисляются геоцентрические эклиптические координаты на среднее равноденствие даты, гелиоцентрические координаты Земли вычисляются из геоцентрических координат Солнца, для планет вычисляются сначала гелиоцентрические координаты, а из них – уже геоцентрические эклиптические. Экваториальные координаты вычисляются из эклиптических, а горизонтальные – из экваториальных, в силу чего они включают в себя влияние всех поправок, которые делались к экваториальным координатам.

В отличие от более ранних версий в ПРЭ 2.0 можно учесть влияние на эклиптические координаты эффектов, связанных с конечностью скорости света, то есть абберации. При этом для эклиптических координат учитываются только планетная и годовая абберация, а учет суточной абберации, зависящей от нахождения наблюдателя на поверхности Земли, делается только для экваториальных и, соответственно, горизонтальных координат. Учет нутации и атмосферной рефракции также производится лишь для экваториальных и горизонтальных координат, а если активировать соответствующие опции программы при вычислении эклиптических координат, они будут проигнорированы. Учет нутации затрагивает также местное звездное время, представляющее собой часовой угол точки весеннего равноденствия в данном месте и в данный момент. При вычислении горизонтальных координат всегда берется топоцентрическая поправка (другое дело, что во многих случаях ее величина довольно незначительна), тогда как для экваториальных координат ее вычисление сугубо опционально.

Учет абберации позволяет перейти от истинных координат на среднее равноденствие даты к видимым, учет нутации – от среднего равноденствия даты к истинному равноденствию, а учет рефракции – вычислить поправку за влияние земной атмосферы на видимые координаты.

Для Луны абберация никогда не вычисляется, поскольку в случае с ней эффекты, обусловленные конечностью скорости света, и эффекты, вызванные обращением Луны вокруг Земли и вместе с ней – вокруг Солнца, по большей части компенсируют друг друга.

Координаты Солнца вычисляются по модифицированной теории С. Ньюкома, Луны – по модифицированной теории Э. Брауна, а больших планет Солнечной системы – по теории VSOP87. Теоретически точность вычислений должна составлять порядка 1-2". Однако при этом все равно возможны расхождения вычислений с теорией, особенно в отдаленном будущем – как по техническим причинам, так и по астрономическим. Дело в том, что для вычисления

координат Солнца, Луны и больших планет с высокой точностью необходимо учесть разницу между всемирным (UT) и земным (TT) временем, которое раньше еще называлось эфемеридным (ET). Но величина этой поправки может быть достоверно определена только из наблюдений, а на будущее вычислена лишь предположительно. Для ее вычисления в программе используется алгоритм на основе данных, опубликованных Ф. Эспеньяком в статье «Polynomial Expressions for Delta T» (<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/deltatpoly.html>).

Вычисление координат Плутона производится по методу И. Кеплера и даже в теории с меньшей точностью: погрешность в вычислении гелиоцентрической долготы составляет до 5", гелиоцентрической широты – до 2". Такая точность обеспечивается лишь на временном интервале с 1800 по 2050 год и в системе координат, приведенной к стандартному равноденствию эпохи J2000.0 (она же 2451545,0). За пределами этого интервала возможны более значительные расхождения. Кроме того, на эту ошибку могут накладываться погрешности при переходе от гелиоцентрических координат к геоцентрическим и при переводе элементов орбиты с равноденствия эпохи J2000.0 к равноденствию даты, а также то обстоятельство, что для Плутона ввиду изначально невысокой точности вычислений не учитывается разница между всемирным и земным временем.

Координаты Цереры и астероидов вычисляются приближенно и будут в общих чертах соответствовать действительности лишь несколько предыдущих и последующих лет. Основой для вычислений являются кеплеровские элементы орбит этих небесных тел, заданные на эпоху 2456600,5 и приведенные к равноденствию эпохи J2000.0. Для большей математической корректности значения элементов приводятся к равноденствию даты, однако их вековые изменения не учитываются ввиду отсутствия у автора программы какой-либо информации о них. Разница между всемирным и земным временем в данном случае также не учитывается.

В упрощенном варианте ПРЭ 2.0 для вычисления координат больших планет Солнечной системы теория VSOP87 не используется. Для этой цели применяется обычный кеплеровский алгоритм, для которого характерны все те же особенности, что и для вычисления координат Плутона. Точность вычисления гелиоцентрических координат, приведенных к равноденствию эпохи J2000.0, обеспечивается следующая:

Планета	Ошибка в долготе	Ошибка в широте
Меркурий	15"	1"
Венера	20"	1"
Марс	40"	2"
Юпитер	400"	10"
Сатурн	600"	25"
Уран	50"	2"
Нептун	10"	1"

5.2. Вычисление гелиоцентрических координат планет

В ПРЭ 2.0 реализована функция вычисления гелиоцентрических координат и составления соответствующих таблиц. При этом в одну таблицу сводятся координаты всех больших и малых планет, с которыми может работать программа, но при этом дополнительной информации в таблицу почти не пишется, что связано с увеличивающимся при этом числом столбцов.

Простейший вариант – это эклиптические гелиоцентрические координаты. Именно исходя из них вычисляются координаты планет, видимые с Земли. Долготы планет отсчитываются от точки весеннего равноденствия, а широты – от плоскости эклиптики.

Экваториальные гелиоцентрические координаты получаются из соответствующих эклиптических. Долготы планет также отсчитываются от точки весеннего равноденствия, а широты – от плоскости, которая наклонена к плоскости эклиптики на угол, равный углу наклона к ней плоскости земного экватора. Таким образом, плоскость земного экватора и фундаментальная плоскость при вычислении экваториальных гелиоцентрических координат являются параллельными друг другу.

Для вычисления координат, приведенных к плоскости орбиты какой-либо планеты, используются значения ее кеплеровских орбитальных элементов. Точкой отсчета долгот является восходящий узел орбиты планеты, а широты отсчитываются, как явствует из названия функции, от плоскости орбиты выбранной планеты. Опция, конечно, малополезная сама по себе, но оставлена она ради сохранения преемственности с ПРЭ 1.x.

5.3. Планетоцентрические координаты

Планетоцентрические координаты (долгота и широта) вычисляются из гелиоцентрических координат, приведенных к плоскости орбиты выбранной планеты. При этом отсчет долгот также ведется от восходящего узла орбиты планеты, а широты отсчитываются от ее плоскости. Данная опция представляет в основном теоретический интерес, чтобы можно было хотя бы примерно оценить, как выглядело бы движение планет в Солнечной системе с точки зрения гипотетического наблюдателя, находящегося не на Земле, а на другой планете.

5.4. Прямоугольные координаты

Прямоугольные координаты (абсцисса, ордината и аппликата) вычисляются из соответствующих сферических (долгота, широта и радиус-вектор) и могут быть геоцентрическими и гелиоцентрическими, а также эклиптическими и экваториальными. Ось абсцисс при этом направлена на точку весеннего равноденствия, ось ординат лежит вместе с ней в фундаментальной плоскости и расположена перпендикулярно ей, а ось аппликат перпендикулярна фундаментальной плоскости и показывает, насколько планета «поднимается» над ней. Нужно отметить, что радиус-вектор выражается в астрономических единицах, а это значит, что и координаты, отложенные по трем осям, будут выражаться в них же. Одна астрономическая единица равна 149597870,691 км.

5.5. Восходы, заходы и кульминации светил

Вычисление времен восходов и заходов имеет ряд особенностей. Так, при их определении в обязательном порядке производится учет атмосферной рефракции, величина которой на горизонте принимается равной $35'$, хотя, конечно, в зависимости от состояния атмосферы в месте наблюдения она может иметь и другое значение, что будет сказываться на действительном времени восхода и захода. Чем спокойнее состояние тропосферы, тем больше будет величина рефракции и, соответственно, тем раньше будет иметь место восход и позже – заход; также играют свою роль температура воздуха и давление. Однако погодные условия невозможно предсказать на длительный срок, и поэтому берется лишь усредненное значение величины рефракции на горизонте. По этой же причине нет смысла вычислять время восхода или захода с точностью большей, чем до минут времени: все «тонкие эффекты» будут нивелированы рефракцией, точная величина которой фактически не поддается заблаговременному вычислению.

Для Солнца и Луны, помимо рефракции, учитываются видимые размеры диска, для Луны также учитывается ее горизонтальный параллакс. При этом, как и в случае с рефракцией, берутся усредненные значения, что, тем не менее, в целом обеспечивает достаточную точность вычислений.

Для Солнца, Луны и больших планет Солнечной системы учитывается изменение координат в течение суток. При этом используется метод, подобный тому, что был изложен в книге О. Монтенбрука и Т. Пфлегера «Астрономия с персональным компьютером» (М.: Мир, 1993). Суть метода заключается в том, что на начало каждого часа интересующих суток по упрощенному алгоритму вычисляется высота светила над горизонтом, а затем производится анализ значений высот, исходя из чего уже вычисляются моменты восхода и захода. Наиболее существенным отличием от этого метода (не считая, конечно, особенностей его программной реализации) в ПРЭ 2.0 является использование при вычислении времени восходов и заходов линейной интерполяции вместо параболической. Последняя, впрочем, тоже находит свое применение, но лишь для особых случаев, когда восход и заход имеют место в течение одного и того же часа, а также для определения времени верхней кульминации.

В случае с малыми планетами – Церерой, Плутоном и астероидами – изменение координат в течение суток не учитывается. Для этих небесных тел время восхода и захода вычисляется через часовые углы. Впрочем, для Икара, по крайней мере, в некоторых случаях было бы математически более правильным учесть суточное изменение координат, но поскольку его координаты изначально вычисляются с довольно невысокой точностью, такой учет не имеет никакого практического смысла.

При вычислении времени восходов, заходов и верхних кульминаций имеют место свои особенности, которые, на первый взгляд, могут свидетельствовать о недостоверности данных, приводимых в таблицах. Особенно явственно эти вещи проявляются в полярных широтах, хотя в ряде случаев могут наблюдаться и в

средней полосе. Так, например, высота в верхней кульминации для Солнца или Луны может быть отрицательной, но, тем не менее, время восхода и захода указано. Объясняется это тем, что согласно общему правилу моментом восхода или захода считается момент пересечения горизонта верхним краем диска светила, а высота в верхней кульминации относится не к верхнему краю диска, а к его центру. Таким образом, даже в верхней кульминации будет видна лишь часть диска светила, но восход и, соответственно, заход будут иметь место. При этом алгебраическая сумма высоты в верхней кульминации и величины видимого радиуса будет неотрицательным числом. Для светил, кульминирующих над горизонтом, вычисляется поправка к высоте, обусловленная влиянием атмосферной рефракции.

Другой пример: табличные времена восхода и захода Солнца в Мурманске ($68,9667^\circ$ с.ш., $33,0833^\circ$ в.д., часовой пояс – UTC+4) на 2 августа 2014 года представляются неправдоподобными по сравнению с таковыми для соседних суток (на 01.08: восход в 3 ч. 38 мин., заход в 0 ч. 10 мин.; на 02.08: восход в 3 ч. 45 мин., заход в 23 ч. 56 мин.; на 03.08: восход в 3 ч. 52 мин., заход в 23 ч. 51 мин.). Но ошибка тут только кажущаяся, поскольку в этот день имеют место два захода: один в самом начале суток, другой – в самом конце, то есть на начало суток Солнце находится над горизонтом, в скором времени заходит, через некоторое время восходит и вновь заходит незадолго до полуночи. В таблицу вносится только время второго захода, а время первого можно оценить путем экстраполяции времен заходов Солнца для двух предшествующих суток. В нашем случае первый заход Солнца произойдет приблизительно в 0 ч. 2 мин.

Аналогичные явления могут иметь место и для других небесных тел.

5.6. Азимуты

В ПРЭ 2.0 всегда вычисляются астрономические, а не геодезические азимуты. Это значит, что отсчет азимута производится от точки юга по часовой стрелке, то есть в западном направлении. Такая особенность характерна и при вычислении горизонтальных координат, и при определении азимутов точек восхода и захода светил.

5.7. Эклиптическая широта Солнца

Эклиптическая широта Солнца, которая, на первый взгляд, всегда должна была быть равной нулю (просто по своему определению), а на самом деле незначительно отклоняется от него вследствие вращения Земли вокруг центра масс системы Земля-Луна, в ПРЭ 2.0 имеет ограниченное применение. Так, она всегда вычисляется при определении прямоугольных координат, а также в том случае, если задана запись эклиптических координат в виде градусов с дробной частью. Если она задана в виде градусов, минут и секунд, то вычисление солнечной эклиптической широты производиться не будет, поскольку запись в таком случае будет совершенно неинформативной. Также эклиптическая широта Солнца и гелиоцентрическая эклиптическая широта Земли никогда не

используются при преобразовании координат. Это, конечно, может внести небольшую погрешность, однако для практических целей ей можно пренебречь.

5.8. Физические параметры Солнца, Луны и планет

Физическими параметрами, которые вычисляет ПРЭ 2.0, являются видимый размер, блеск и фаза небесного светила. Также вычисляются расстояния: до Земли – для Солнца и Луны, до Солнца и Земли – для планет. При этом для Луны расстояния указываются в километрах, а во всех остальных случаях – в астрономических единицах.

Видимый размер вычисляется для Солнца и Луны (в угловых минутах), а также для больших планет (в угловых секундах). Видимый блеск вычисляется для больших планет Солнечной системы и для Луны, он выражается в звездных величинах. Для Сатурна также учитывается влияние яркости колец, зависящее от степени их раскрытия, то есть угла наклона плоскости колец к плоскости его орбиты (этот параметр также вносится в таблицу эфемерид Сатурна). Именно этим обстоятельством объясняются возможные различия в величине яркости Сатурна, вычисленные разными астрономическими программами – где-то яркость колец могли не учитывать.

Для Луны, Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера, Цереры, Паллады, Юноны, Весты и Икара вычисляется фаза, то есть отношение площади освещенной части видимой поверхности к общей ее площади. Фаза выражается в виде десятичной дроби. В таблицах эфемерид Луны, в отличие от прежних версий ПРЭ, словесное наименование фазы исключено, однако исходя из вышеприведенного определения ясно, что фаза, равная единице, соответствует полнолунию, равная нулю – новолунию, а равная пяти десятым – первой или последней четверти в зависимости от того, увеличивается фаза или идет на убыль.

Для остальных небесных тел вычисление фазы не производится за ненадобностью, так как она все время почти точно равна единице.

5.9. Эфемериды заданного пользователем объекта

Одно из важнейших нововведений ПРЭ 2.0 – это возможность рассчитывать координаты, расстояния и времена восхода и захода любого объекта, обращающегося вокруг Солнца, просто введя его кеплеровские орбитальные элементы. Понятно, что высокой точности при этом не добиться, однако сама по себе такая возможность была бы полезной, например, если нужно вычислить координаты астероидов, работа с которыми в программе напрямую не предусмотрена. Также эту функцию можно применить для вычисления координат известных программе астероидов, когда содержащаяся в ней информация по их орбитальным элементам устареет и перестанет давать адекватные результаты (орбитальные элементы астероидов можно поискать, например, тут: <http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi>).

Для проведения вычислений нужно указать имя объекта (это, впрочем, не обязательно), эпоху, на которую заданы элементы орбиты (большая полуось, эксцентриситет, наклонение орбиты к эклиптике, долгота восходящего узла,

аргумент перигелия и средняя аномалия), а также вековые изменения орбитальных элементов (не обязательно) и тип равноденствия – даются ли элементы на эпоху даты или же на фиксированную эпоху. В последнем случае нужно будет указать, к какому равноденствию они приведены.

Нужно помнить, что ПРЭ 2.0 воспринимает свои конфигурационные файлы как записанные в кодировке MS-DOS, поэтому, работая с программой в системе Windows, лучше либо отказаться от русскоязычных наименований объектов, либо иметь в виду это обстоятельство и пользоваться соответствующими текстовыми редакторами (например, BRED).

Теперь немного о единицах измерения. Эпохи (как начальная, так и эпоха равноденствия) задаются в юлианских сутках, причем указывается полная, а не модифицированная юлианская дата. Большая полуось задается в астрономических единицах, эксцентриситет – величина безразмерная, а все остальные элементы выражаются в градусах. Изменение значений элементов задается в тех же единицах, что и сами элементы, и должно характеризовать изменение величины того или иного орбитального элемента за 36525 эфемеридных суток. Изменение средней аномалии, в противоположность изменениям остальных элементов, вычисляется программой даже тогда, когда оно не задано пользователем. Потому что в противном случае вычислить координаты объекта не представится возможным.

О том, как правильно задавать величины элементов орбиты объекта, будет рассказано в разделе, посвященном управлению программой.

6. Управление программой

6.1. Управление оболочкой, предназначенной для Windows

На рис. 1 представлен общий вид окна оболочки для ПРЭ 2.0.

Программа расчета эфемерид

ПРЭ v.2.0 [WIN32] от 9 сентября 2014 г. (C) 2007-2014 by Dmitry M. Klochkov

Настройки входных данных:

Дата начала расчета: 9 9 2014

Дата окончания расчета: 31 12 2014

Время расчета: 22 0 0

Часовой пояс: 4,0

Географическая широта, град.: 51,567

Географическая долгота, град.: 46,033

Высота над уровнем моря, м: 50,0

Атмосферное давление, мм рт. ст.: 749,0

Температура воздуха, °C: 18,0

Шаг в таблице, сутки: 1

Настройки выходных данных:

Система координат: 2-я экваториальная геоцентрическая

Прямое восхождение: В часовой мере

Формат координат: Градусы, минуты и секунды

Формат таблицы: Текст в формате Windows

☐ Учет аберрации

☐ Учет нутации

☐ Учет рефракции

ИМЯ ВЫХОДНОГО ФАЙЛА: jupiter.txt

ПЛАНЕТА (ЕСЛИ ДОСТУПНО): Юпитер

ТИП СОЗДАВАЕМОЙ ТАБЛИЦЫ: Таблица эфемерид и восходов/заходов планеты

Параметры орбиты пользовательского объекта:

Название объекта: Object0 Тип равноденствия: Фикс. эпоха

Начальная эпоха: 0,0 Эпоха равноденствия: 0,0

A0 = 0,0	E0 = 0,0	I0 = 0,0
dA = 0,0	dE = 0,0	dI = 0,0
N0 = 0,0	P0 = 0,0	M0 = 0,0
dN = 0,0	dP = 0,0	dM = 0,0

Сохранить Рассчитать

Рис. 1. Общий вид оболочки для ПРЭ 2.0 (вариант для Windows)

В левой части окна задаются различные численные параметры, которые необходимы для расчетов. При запросе дат отдельно вводятся число, месяц и год (слева направо), а при запросе времени – часы, минуты и секунды. При запуске оболочки устанавливается значение даты начала и окончания расчета, равное значению текущей системной даты, а также значение времени расчета, равное значению текущего системного времени. Часовой пояс может быть задан как дробная величина, так как в ряде местностей время отличается от гринвичского на некоторое количество целых часов и полчаса сверху. При этом он должен быть положительным к востоку от Гринвича и отрицательным к Западу от него. Часовой пояс должен задаваться с учетом летнего времени, если в интересующей местности предусмотрено его использование.

Географические координаты задаются в градусах с дробными частями и могут быть как положительными, так и отрицательными числами. Широта является положительной к северу от экватора и отрицательной к югу от него, а долгота положительна в Восточном полушарии и отрицательна в Западном.

Обратите внимание, что в левой части окна разделителем целой и дробной части числа является запятая, как это принято на территории нашей страны.

В правой верхней части окна настройки являются достаточно очевидными: там нужно просто выбрать подходящий вариант среди предложенных, поэтому не будем подробно останавливаться на них. Скажем только, что если выбрать экваториальную систему координат и запись прямого восхождения в часовой мере, выбор между записью в виде градусов, минут и секунд и градусов и их долей тоже будет актуальным, только вместо градусов программа будет вычислять часы.

Отдельно скажем про имя выходного файла. Одним из немногих ограничений на него является требование отсутствия в имени пробелов, поскольку при обработке такого имени в программе все пробелы будут удалены. Выходной файл можно расположить не только в папке с программой, но и в любой другой, однако при этом в пути к файлу тоже не должно быть пробелов.

Название планеты нужно выбрать только в том случае, если оно будет иметь значение, то есть при вычислении координат, приведенных к плоскости ее орбиты, планетоцентрических координат или составлении таблицы эфемерид этой планеты. Во всех остальных случаях данный параметр будет проигнорирован, а раз так, то в подобном случае можно выбрать любую планету либо не указывать ее вовсе, оставив вариант по умолчанию.

На выборе опции программы тоже не будем останавливаться подробно, так как там нужно лишь указать необходимый вариант из числа предложенных.

Теперь рассмотрим, как правильно указывать параметры орбиты объекта. Нужно сразу же обратить внимание на то обстоятельство, что разделителем целой и дробной части числа в данном случае является точка, как это принято в США и других англоязычных странах. Кроме того, введенные пользователем значения будут записаны в файл конфигурации ровно так, как они были указаны, поэтому при заполнении этого раздела нужно быть внимательным.

При указании имени стоит избегать использования русских букв и других символов национальных алфавитов. Также нужно определиться с начальной эпохой и эпохой равноденствия (не всегда они совпадают). При выборе эпохи даты любое введенное значение эпохи равноденствия будет проигнорировано.

Запрашиваемые у пользователя кеплеровские элементы орбиты обозначаются шестью буквами: A – большая полуось, E – эксцентриситет, I – наклонение к эклиптике, N – долгота восходящего узла, P – аргумент перигелия, M – средняя аномалия. Например, A0 – это большая полуось орбиты объекта по состоянию на заданную начальную эпоху, а dA – это ее вековое изменение. Аналогично обозначаются и другие орбитальные элементы. Про единицы измерения, используемые для задания орбитальных элементов, было подробно рассказано в предыдущем разделе.

При нажатии кнопки «Сохранить» введенные пользователем параметры будут записаны в конфигурационные файлы SETTINGS.INI, NUMERIC.INI и OBJECT.INI. Если в этот момент в папке с программой будут файлы с такими

именами, они будут перезаписаны. Поэтому имеет смысл делать резервные копии слишком важных файлов конфигурации.

При нажатии кнопки «Рассчитать» производится запись введенных параметров в конфигурационные файлы и запуск на исполнение программы PRERHW32.EXE, которая откроется в отдельном окне. После окончания ее работы можно открыть полученный файл с таблицей эфемерид и пользоваться ей.

6.2. Управление оболочкой, предназначенной для MS-DOS

Даже если в Ваши планы не входит использование оболочки, предназначенной для Windows, с соответствующим подразделом все равно стоит ознакомиться, так как в работе двух оболочек есть довольно много общего.

На рис. 2 представлен общий вид оболочки для ПРЭ 2.0 в варианте, предназначенном для работы в среде MS-DOS.

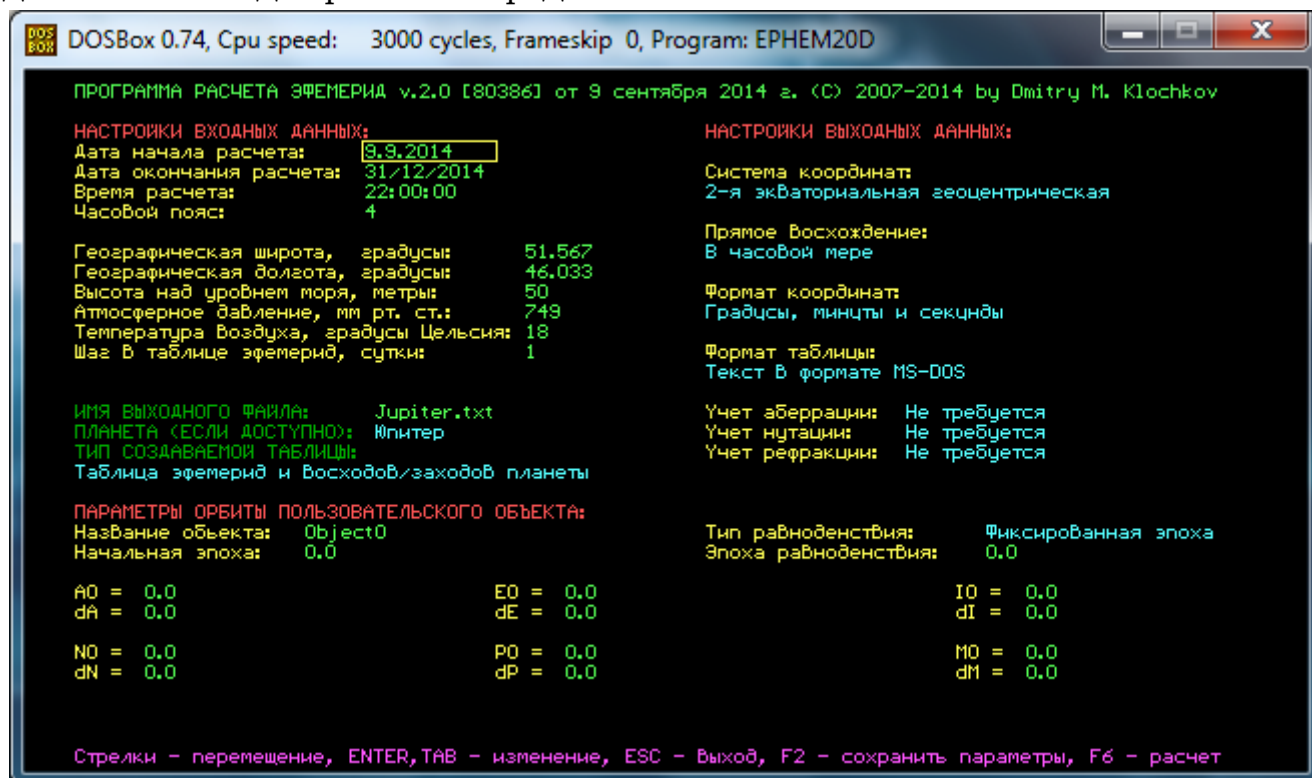


Рис. 2. Общий вид оболочки для ПРЭ 2.0 (вариант для MS-DOS)

Самым принципиальным отличием этой оболочки от варианта для Windows является способ управления. Выбор параметра, который, возможно, будет изменяться, осуществляется посредством клавиш: стрелка вверх, стрелка влево и Page Up перемещают прямоугольник выделения на одну позицию вверх, а стрелка вниз, стрелка вправо и Page Down – на одну позицию вниз. Чтобы начать редактировать выбранный параметр, нужно навести на него желтый прямоугольник и нажать ENTER. Выход из программы осуществляется посредством нажатия клавиши Esc. Нажатие кнопки F2 приведет к сохранению введенных параметров, а нажатие F6 – к их сохранению и запуску PRERH386.EXE, вычислительной части программы в варианте для MS-DOS.

Как несложно заметить, в рассматриваемом варианте оболочки значения одних параметров выделены светло-зеленым цветом, а значения других параметров – голубым цветом. «Зеленые» параметры будут записаны в конфигурационные файлы ровно так, как они были введены пользователем, а «голубые» предусматривают выбор одного варианта из нескольких предложенных. Обратите внимание, что разделителем целой и дробной части у «зеленых» параметров всегда является точка.

При запуске оболочки устанавливается значение даты начала и окончания расчета, равное значению текущей системной даты, а также значение времени расчета, равное значению текущего системного времени. Дата и время, в противоположность оболочке для Windows, задаются одной строкой. При этом разделитель совсем не обязан быть, например, точкой или двоеточием, а может быть любым, кроме пробела.

Итак, рассмотрим, как всем этим пользоваться. Предположим, мы хотим изменить дату начала расчета (рис. 3) или другой «зеленый» параметр.

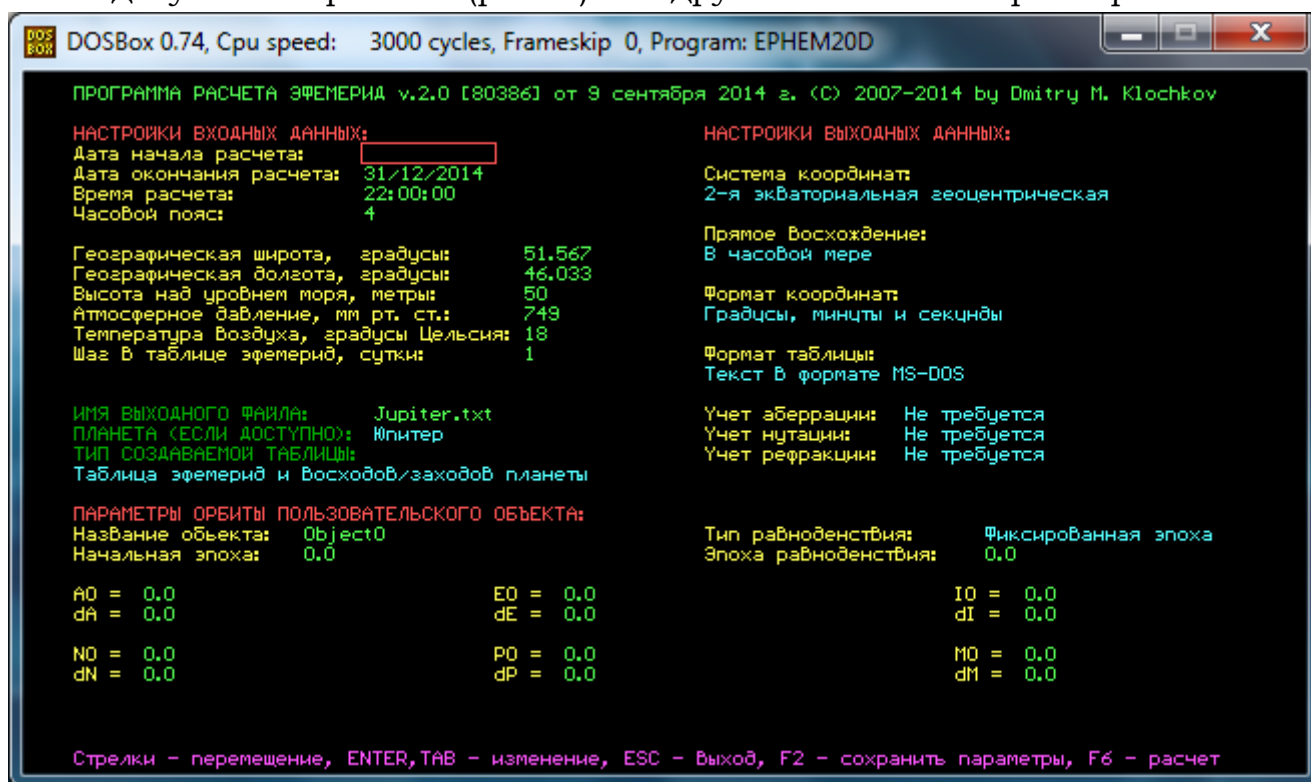


Рис. 3. Изменение даты начала расчета

Для этого нужно выбрать соответствующее значение и нажать на ENTER. Желтый прямоугольник выделения станет красным, а ранее установленное значение сотрется. Теперь можно вводить новое значение. Ввод будет завершен автоматически, если длина введенной строки достигла определенного значения, предусмотренного оболочкой, а в противном случае для этого нужно будет снова нажать ENTER. Внешне завершение ввода будет проявляться тем, что красный прямоугольник снова станет желтым. Пока процесс ввода не завершен, ошибочно введенные символы можно удалить с помощью клавиши Backspace. После этого – только вводить значение заново.

Теперь предположим, что мы хотим изменить один из «голубых» параметров, например, название планеты, таблицу эфемерид для которой мы собираемся составить (рис. 4).

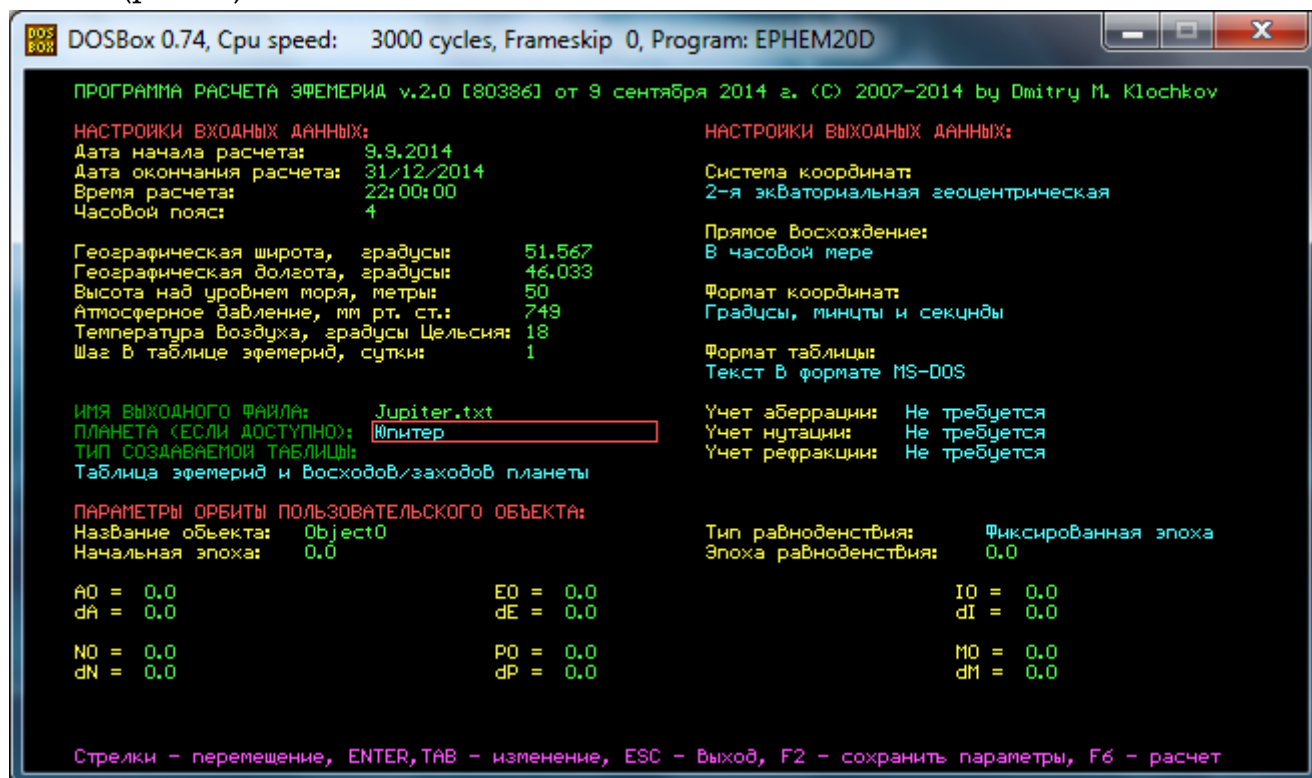


Рис. 4. Изменение названия планеты

Для совершения сего действия нужно привести прямоугольник на соответствующее значение и нажать на ENTER. Установленное значение, как видно из рисунка, при этом не сотрется. Далее с помощью клавиши TAB можно перебирать все доступные значения соответствующего параметра. После того, как предпочтительное значение будет выбрано, нужно снова нажать на ENTER. Красный прямоугольник опять станет желтым.

Отметим также, что для имени выходного файла (включая точку для разделения собственно имени и расширения) оболочка отводит 12 символов (требование не включать в имя пробелы сохраняется), но зато в среде MS-DOS можно безболезненно дать объекту русскоязычное имя, поскольку проблем с кодировкой там не возникнет по определению.

После редактирования параметров можно сохранить конфигурационные файлы или же непосредственно приступить к расчету.

6.3. Управление программой через конфигурационные файлы

Конфигурационные файлы должны находиться в одной папке с программой. В принципе, некоторые файлы (кроме SETTINGS.INI либо его заменителя) могут располагаться и в других папках, однако пути к ним не должны содержать пробелов (они удаляются при обработке строк). Регистр символов и число пробелов в строках значения не имеют. Ниже будет рассказано, какие

параметры имеют конфигурационные файлы, как их можно изменять и чего с помощью этого можно добиться.

6.3.1. Структура файла SETTINGS.INI или его заменителя

Файл SETTINGS.INI имеет следующую структуру:

Option	= 1.1
Coords	= 1
FormatTab	= 1
FormatRA	= 1
FormatCrd	= 1
Nutation	= 0
Aberration	= 0
Refraction	= 0
FileCSS	= stylecss.ini
FileNUM	= numeric.ini
FileObj	= object.ini
FileTab	= ephemer0.txt
Silent	= 0

Это – основной конфигурационный файл программы, то есть первый файл, с которым она начинает работу. Имя SETTINGS.INI используется по умолчанию, в качестве параметра командной строки для любой вычислительной части программы можно указать другое имя этого конфигурационного файла. Некоторые или даже все параметры могут не указываться, но файл должен находиться. Ниже приводятся описания параметров:

1. **Option** – указывает на тип создаваемой таблицы. Описания типов создаваемых таблиц приводятся отдельно. По умолчанию: 1.1.
2. **Coords** – задает тип координат, используемых в таблицах. Здесь 1 – это эклиптические координаты, 2 – экваториальные геоцентрические, 3 – экваториальные топоцентрические, 4 – горизонтальные топоцентрические. По умолчанию: 1.
3. **FormatTab** – формат выходного файла с таблицей. Значения: 1 – текстовый файл для MS-DOS (в кодировке CP-866), 2 – текстовый файл для Windows (в кодировке WIN-1251), 3 – текстовый файл для вставки в Microsoft Excel (в кодировке WIN-1251, пробелы в таблице заменены табуляцией), 4 – веб-страница (текстовый файл в HTML-формате и кодировке WIN-1251). По умолчанию: 1.
4. **FormatRA** – формат записи прямого восхождения при использовании экваториальных координат. Значения: 1 – прямое восхождение в градусной мере, 2 – в часовой мере. По умолчанию: 1.
5. **FormatCrd** – формат записи координат. Значения: 1 – указываются целые градусы (часы), минуты и секунды, 2 – указываются только градусы (часы) в виде десятичной дроби. По умолчанию: 1.

6. **Nutation** – необходимость вычисления поправки за нутацию к экваториальным и горизонтальным координатам. Значения: 0 – не вычислять эту поправку, 1 – вычислять ее. По умолчанию: 0.
7. **Aberration** – необходимость вычисления поправки за аберрацию к эклиптическим, экваториальным и горизонтальным координатам. Значения: 0 – не вычислять эту поправку, 1 – вычислять ее. По умолчанию: 0.
8. **Refraction** – необходимость вычисления поправки за атмосферную рефракцию к экваториальным и горизонтальным координатам. Значения: 0 – не вычислять эту поправку, 1 – вычислять ее. По умолчанию: 0.
9. **FileCSS** – имя файла, содержащего каскадную таблицу стилей. Содержимое этого файла вставляется в веб-страницу, создаваемую программой. Значение по умолчанию: STYLECSS.INI.
10. **FileNUM** – имя файла, содержащего необходимые для работы программы численные значения, т.е. даты начала и окончания расчета, время расчета, часовой пояс, шаг в таблице эфемерид, а также географические координаты места наблюдения и его высоту над уровнем моря. Значение по умолчанию: NUMERIC.INI.
11. **FileObj** – имя файла, содержащего параметры орбиты объекта, заданного пользователем. Значение по умолчанию: OBJECT.INI.
12. **FileTab** – имя файла, в который будет записана таблица эфемерид. Значение по умолчанию: EPHEMER0.TXT.
13. **Silent** – указывает программе, нужно ли выводить на экран какие-либо сообщения. Значения: 0 – разрешить вывод сообщений, 1 – запретить вывод сообщений. По умолчанию вывод сообщений разрешен.

6.3.2. Структура файла NUMERIC.INI или его заменителя

Файл NUMERIC.INI имеет следующую структуру:

```
Start   = 1/1/2014
Finish  = 2/2/2014
Time    = 15:55:11
Zone    = 4
glat    = 51.567
glon    = 46.033
h       = 15.1
p       = 760
t       = 0
step    = 1
```

В этом файле указываются необходимые для работы программы численные значения. Имя NUMERIC.INI используется по умолчанию, в качестве параметра в файле SETTINGS.INI или его заменителе можно указать и иное имя для этого

файла. Некоторые или даже все параметры могут не указываться, но сам файл должен присутствовать. По умолчанию географические координаты, высота над уровнем моря, часовой пояс и температура получают нулевые значения, атмосферное давление принимается равным 760 мм рт. ст., а шаг в таблице эфемерид составляет 1 сутки.

1. **Start** – указывает на дату начала расчета в виде «ДД/ММ/ГГГГ». При этом разделитель может быть любым (кроме пробела). По умолчанию используется текущая системная дата.
2. **Finish** – указывает на дату окончания расчета аналогично указанию даты начала расчета. По умолчанию используется текущая системная дата.
3. **Time** – задает время, на которое будет производиться расчет положения планет, в виде «ЧЧ:ММ:СС». Разделитель может быть любым (кроме пробела). По умолчанию используется текущее время операционной системы.
4. **Zone** – задает часовой пояс (с учетом летнего времени), т.е. разницу во времени между местом наблюдения и Гринвичем (положительное число к востоку от Гринвича и отрицательное к западу от него).
5. **Glat** – географическая широта места наблюдения. Указывается в градусах и является положительной к северу от экватора и отрицательной к югу от него.
6. **Glon** – географическая долгота места наблюдения. Указывается в градусах и является положительной к востоку от Гринвича и отрицательной к западу от него.
7. **H** – высота места наблюдения над уровнем моря. Указывается в метрах.
8. **P** – атмосферное давление. Указывается в миллиметрах ртутного столба.
9. **T** – температура воздуха. Указывается в градусах Цельсия.
10. **Step** – шаг в таблице эфемерид. Задается в сутках и может быть от 1 до 25.

6.3.3. Структура файла ОБЪЕСТ.INI или его заменителя

Файл ОБЪЕСТ.INI имеет следующую структуру:

```
ON = 38083 Rhadamanthus
TE = 1
EQ = 2451545.0
IE = 2456800.5
AO = 39.07439414139877
dA = 0
EO = 0.1554389746648237
dE = 0
IO = 12.73681403982421
dI = 0
NO = 9.981902746530709
dN = 0
PO = 81.08150381415038
```

dP = 0
M0 = 95.66945122233341
dM = 0

В этом файле содержатся значения элементов орбиты для заданного пользователем объекта, движущегося вокруг Солнца по эллиптической орбите. Имя OBJECT.INI используется по умолчанию, в качестве параметра в файле SETTINGS.INI или его заменителе можно указать и иное имя для этого файла. Некоторые или даже все параметры могут не указываться, но сам файл при составлении таблицы эфемерид объекта с параметрами орбиты, заданными пользователем, должен присутствовать. Если не указано иное, все параметры из этого файла по умолчанию получают нулевые значения.

- **ON** – имя объекта. Указывается в виде текстовой строки. Если в названии объекта будут использованы русские буквы, стоит учесть, что файл OBJECT.INI составляется в кодировке CP-866 и название при необходимости будет переведено в кодировку WIN-1251. По умолчанию: Object0.
- **TE** – тип равноденствия, на которое рассчитываются элементы орбиты. Значения: 1 – равноденствие фиксированной эпохи, 2 – равноденствие даты. По умолчанию: 1.
- **EQ** – эпоха, относительно равноденствия которой рассчитываются элементы орбиты (при TE=2 значение этого параметра игнорируется).
- **IE** – эпоха, от которой ведется отсчет времени при вычислении значений орбитальных элементов и координат объекта.
- **A0** и **dA** – большая полуось орбиты объекта по состоянию на эпоху IE и ее вековое изменение (за 36525 эфемеридных суток). Выражаются в астрономических единицах.
- **E0** и **dE** – эксцентриситет орбиты объекта по состоянию на эпоху IE и его вековое изменение.
- **IO** и **dI** – наклон плоскости орбиты объекта к плоскости эклиптики по состоянию на эпоху IE и его вековое изменение. Выражаются в градусах.
- **NO** и **dN** – долгота восходящего узла орбиты объекта по состоянию на эпоху IE и ее вековое изменение. Выражаются в градусах.
- **PO** и **dP** – аргумент перигелия орбиты объекта по состоянию на эпоху IE и его вековое изменение. Выражаются в градусах.
- **MO** и **dM** – средняя аномалия объекта по состоянию на эпоху IE и ее вековое изменение. Выражаются в градусах. При нулевом значении параметра dM средняя аномалия на нужную дату вычисляется через величину большой полуоси и суточное движение объекта.

6.3.4. Структура файла STYLECSS.INI или его заменителя

В этом файле содержится каскадная таблица стилей, которая переносится в веб-страницу с таблицей эфемерид при ее создании. Имя STYLECSS.INI

используется по умолчанию, в качестве параметра в файле `SETTINGS.INI` или его заменителе можно указать и иное имя для этого файла. Файл должен содержать HTML-тег `STYLE` и заключенную в него информацию. При этом файл может быть и пустым, но при создании веб-страницы его наличие обязательно.

6.3.5. Допустимые опции программы

Параметр **Option** в файле `SETTINGS.INI` или его заменителе может принимать следующие значения:

- **1.1** – «Классическая» таблица эфемерид, унаследованная от ПРЭ 1.x (координаты Солнца, Луны, восходящего лунного узла, больших планет и Плутона, ныне считающегося карликовой планетой);
- **1.2** – Сводная таблица эфемерид астероидов (в том числе Цереры, ныне считающейся карликовой планетой);
- **2.01** – Сводная таблица эклиптических гелиоцентрических координат планет, астероидов, Цереры и Плутона;
- **2.02** – Сводная таблица экваториальных гелиоцентрических координат планет, астероидов, Цереры и Плутона;
- **2.03-2.21** – Сводная таблица гелиоцентрических координат планет, астероидов, Цереры и Плутона, приведенных к плоскости орбиты какой-либо планеты, на которую указывают цифры после точки (03 – Меркурия, 04 – Венеры, 05 – Марса, 06 – Юпитера, 07 – Сатурна, 08 – Урана, 09 – Нептуна, 10 – Плутона, 11 – Цереры, 12 – Паллады, 13 – Юноны, 14 – Весты, 15 – Икара, 16 – Гидальго, 17 – Хирона, 18 – Диоретсы, 19 – Варуны, 20 – Иксиона, 21 – Седны);
- **3.01-3.19** – Сводная таблица планетоцентрических координат планет, астероидов, Цереры и Плутона, заданных в плоскости орбиты центральной планеты, на которую указывают цифры после точки (01 – Меркурия, 02 – Венеры, 03 – Марса, 04 – Юпитера, 05 – Сатурна, 06 – Урана, 07 – Нептуна, 08 – Плутона, 09 – Цереры, 10 – Паллады, 11 – Юноны, 12 – Весты, 13 – Икара, 14 – Гидальго, 15 – Хирона, 16 – Диоретсы, 17 – Варуны, 18 – Иксиона, 19 – Седны);
- **4.1-4.4** – Сводная таблица эфемерид в прямоугольных координатах, выраженных в астрономических единицах, тип которых задает цифра после точки (1 – гелиоцентрические эклиптические, 2 – гелиоцентрические экваториальные, 3 – геоцентрические эклиптические, 4 – геоцентрические экваториальные);
- **5.1** – Таблица эфемерид Солнца, включающая в себя физические параметры, а также времена восхода, захода и верхней кульминации;
- **5.2** – Таблица эфемерид Луны, включающая в себя физические параметры, а также времена восхода, захода и верхней кульминации;
- **6.01-6.19** – Таблица эфемерид одной из планет, на которую указывают цифры после точки (01 – Меркурия, 02 – Венеры, 03 – Марса, 04 – Юпитера, 05 – Сатурна, 06 – Урана, 07 – Нептуна, 08 – Плутона, 09 –

Цереры, 10 – Паллады, 11 – Юноны, 12 – Весты, 13 – Икара, 14 – Гидальго, 15 – Хирона, 16 – Диоретсы, 17 – Варуны, 18 – Иксиона, 19 – Седны), содержащая также времена восхода, захода и верхней кульминации и ряд физических параметров;

- **7** – Таблица эфемерид объекта, параметры орбиты которого задаются пользователем, содержащая информацию о времени восхода, захода, верхней кульминации и расстоянии объекта от Солнца и Земли.

7. Использование ПРЭ 2.0 совместно с Microsoft Office

После того, как программа расчета эфемерид создала таблицу и записала ее в файл, с ней можно работать дальше. И если веб-страницы какой-либо дальнейшей обработки в общем случае не требуют – достаточно открыть такую страницу с помощью браузера, – то работать непосредственно с текстовыми файлами не очень удобно, особенно если потребуется распечатать их или разместить на каком-нибудь ресурсе в Интернете. Поэтому для их дальнейшей обработки имеет смысл воспользоваться пакетом Microsoft Office или его аналогами. Впрочем, нет полной уверенности в том, что все нижесказанное будет распространяться и на них.

7.1. Импорт таблиц эфемерид в Microsoft Word

В первую очередь необходимо открыть файл с таблицей с помощью текстового редактора Microsoft Word. Для облегчения этой процедуры файлу с таблицей можно сразу задать расширение .doc или .txt, хотя на самом деле это не обязательно. Если при открытии файла Word не сумеет самостоятельно распознать кодировку, в которой записана таблица, лучше указать ее прямо (Windows или MS-DOS). Если таблица изначально была записана в кодировке Windows, можно просто открыть текстовый файл с помощью Блокнота, скопировать все его содержимое в буфер обмена, а затем вставить его в Word.

Теперь, когда содержимое таблицы эфемерид оказалось в текстовом редакторе Word, нужно привести ее в удобочитаемый вид. Для этого нужно выбрать альбомное расположение страницы и минимальный размер полей, а также выровнять весь текст по обоим краям страницы и проследить за тем, чтобы он был написан моноширинным шрифтом, например, Courier New. Чтобы не сползали строки таблицы, нужно подобрать размер шрифта так, чтобы ее столбцы умещались на одном листе. Как правило, для этого нужно установить размер шрифта, равный 5-7 кеглям. После этого файл можно сохранять в любом из поддерживаемых Word'ом форматов или редактировать дальше.

7.2. Импорт таблиц эфемерид в Microsoft Excel

В ряде случаев таблицы эфемерид предпочтительнее импортировать не в Word, а в Excel. Для этого в ПРЭ 2.0 предусмотрен специальный формат записи файлов: вместо пробелов для разделения столбцов используется табуляция. При просмотре такого файла в качестве текстового все форматирование, естественно, «сползает», однако использование табуляции позволяет автоматически разнести содержимое столбцов текстового файла по столбцам в таблице Excel.

Для импортирования таблицы эфемерид необходимо открыть выходной файл с помощью Блокнота, выделить все его содержимое и вставить его в Excel'е. Можно и просто открыть этот файл с помощью MS Excel, но нет уверенности, что его ранние версии на такое способны. После того, как прошла вставка, можно заниматься оформлением: изменять ширину столбцов так, чтобы в них уместилось содержимое, объединять верхние ячейки, чтобы в них полностью

отображались заголовки и так далее. При этом рекомендуется установить альбомную ориентацию страницы. После этого можно сохранять таблицу эфемерид в любом из поддерживаемых Excel'ем форматов.

В программе Excel из состава Microsoft Office 2010 и Microsoft Office 2013 есть еще одна интересная функция, которая может оказаться очень полезной для нашей цели: открыв меню предварительного просмотра, можно изменить размер листа – так, чтобы все столбцы были вписаны на одну страницу. Это избавит от необходимости вручную осуществлять соответствующую подгонку таблицы, а при выводе ее на печать текст будет крупнее, чем при вставке в Word.

8. Контактная информация

Связаться с автором программы проще всего посредством электронной почты: prephem@yandex.ru, адрес которой остался неизменным с тех пор, как появились первые версии ПРЭ.

Если Вам не лень этим заниматься, на указанный почтовый адрес можно присылать и информацию о возможных ошибках в работе программы. При этом нужно сообщить, какой вариант программы показал некорректную работу, при каких условиях это происходит, а также приложить конфигурационные файлы, с которыми в этот момент работала программа.

Эти сведения, возможно (но не обязательно), будут учтены при разработке новой версии ПРЭ, если до этого когда-либо дойдет дело.