Halley

Руководство пользователя

Введение

Halley представляет собой бесплатное приложение для управления и работы с регулярно обновляемой базой данных комет, содержащей кеплеровские элементы орбиты, негравитационные и физические параметры комет и другие сведения. В число задач, выполняемых приложением, помимо управления базой данных включено исследование эволюции орбит малых тел Солнечной системы и их визуализация, определение обстоятельств сближений малых тел с большими планетами на заданном интервале времени, а также ряд других вспомогательных действий.

Основное программное ядро Halley, реализованное на языке Fortran (использовался Intel ® Fortran Compiler), позволяет с повышенной точностью производить интегрирование уравнений движения астероидов и комет. В уравнениях движения учитываются гравитационные возмущения от всех больших планет и Плутона. Координаты возмущающих планет вычисляются по численным эфемеридам JPL Planetary and Lunar Ephemerides, созданным в Лаборатории реактивного движения JPL NASA. Модель движения также включает релятивистские возмущения от Солнца. Учет возмущений от Земли и Луны выполняется раздельно. Негравитационные ускорения учитываются по модели Б. Марсдена с возможностью учета величины смещения максимума газопроизводительности относительно перигелия. Численное интегрирование уравнений движения выполняется методом Эверхарта 11-го порядка с автоматическим выбором шага интегрирования. Увеличение точности интегрирования достигается путем применения модифицированного метода Энке численного интегрирования уравнений движения. Модификация метода Энке состоит в том, что смена оскуляции происходит на каждом шаге интегрирования. При этом параметры невозмущенного движения вычисляются с учетверенной точностью (32 десятичных знака). Управление базой данных осуществляется с использованием библиотеки SQLite.

Приложение Halley предназначено для использования на персональном компьютере под управлением операционных систем Microsoft Windows ® XP, Vista или 7.

Основные возможности

- Регулярно обновляемая база данных комет.
- Полное управление базой данных с возможностью добавления своих объектов.
- Быстрый поиск по любому элементу базы данных.
- Импорт/Экспорт из формата ECS.
- Высокая точность расчета орбит малых тел Солнечной системы.
- Высокая скорость интегрирования уравнений движения.
- Визуализация орбит малых тел Солнечной системы.
- Исследование эволюции орбит малых тел Солнечной системы.
- Вычисление моментов прохождения перигелиев.
- Вычисление тесных сближений с планетами.

Лицензия

Copyright (c) 2010-2012, ИПА РАН / Юрий Бондаренко

Данная лицензия разрешает лицам, получившим копию данного программного обеспечения и сопутствующей документации (в дальнейшем именуемыми "Программное Обеспечение"), безвозмездно использовать Программное Обеспечение без ограничений, включая неограниченное право на использование, копирование, изменение, добавление, публикацию, распространение, сублицензирование и/или продажу копий Программного Обеспечения, также как и лицам, которым предоставляется данное Программное Обеспечение, при соблюдении следующих условий:

Вышеупомянутый копирайт и данные условия должны быть включены во все копии или значимые части данного Программного Обеспечения.

ДАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ «КАК ЕСТЬ», БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, ЯВНО ВЫРАЖЕННЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ГАРАНТИЯМИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ, СООТВЕТСТВИЯ ПО ЕГО КОНКРЕТНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ И ОТСУТСТВИЯ НАРУШЕНИЙ ПРАВ. НИ В КАКОМ СЛУЧАЕ АВТОРЫ ИЛИ ПРАВООБЛАДАТЕЛИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПО ИСКАМ О ВОЗМЕЩЕНИИ УЩЕРБА, УБЫТКОВ ИЛИ ДРУГИХ ТРЕБОВАНИЙ ПО ДЕЙСТВУЮЩИМ КОНТРАКТАМ, ДЕЛИКТАМ ИЛИ ИНОМУ, ВОЗНИКШИМ ИЗ, ИМЕЮЩИМ ПРИЧИНОЙ ИЛИ СВЯЗАННЫМ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЛИ ИНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ.

Контакты

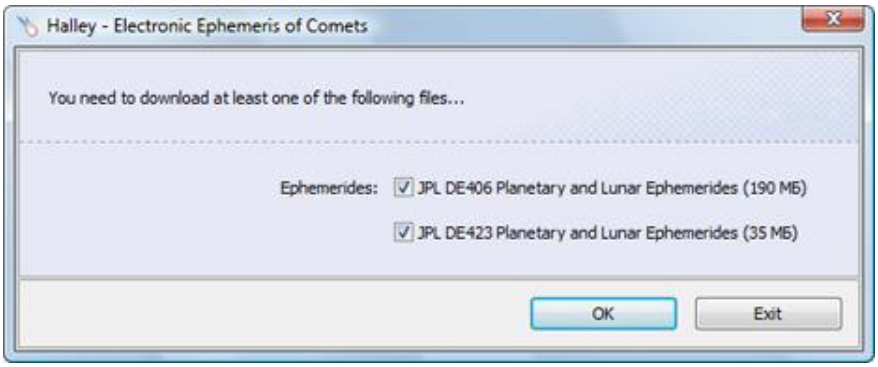
Если у вас возникли какие-либо вопросы, пожалуйста, в первую очередь изучите данное руководство. Приветствуются любые предложения, комментарии и отзывы. При обнаружении ошибки, пожалуйста, сообщите мне об этом. В своем сообщении кратко опишите ошибку и действия которые привели к ее возникновению а также укажите версию Halley. Кроме того, дайте краткое описание операционной системы (тип процессора, объем оперативной памяти, версия Windows). Ваше мнение очень важно, поскольку позволяет сделать приложение более удобным. Большинство возможностей и также деталей интерфейса Halley были добавлены или изменены с учетом отзывов пользователей. Буду благодарен за любые предложения и комментарии.

Юрий Бондаренко

Официальный сайт: http://www.ipa.nw.ru/halley

Начало работы

После первого запуска Halley на экране появится окно «начала работы». Пользователю будет предложено загрузить и установить одну или несколько численных эфемерид больших планет Солнечной системы. Численные эфемериды, оставшиеся не установленными, можно будет загрузить и установить позднее в Инструменты/Настройки…

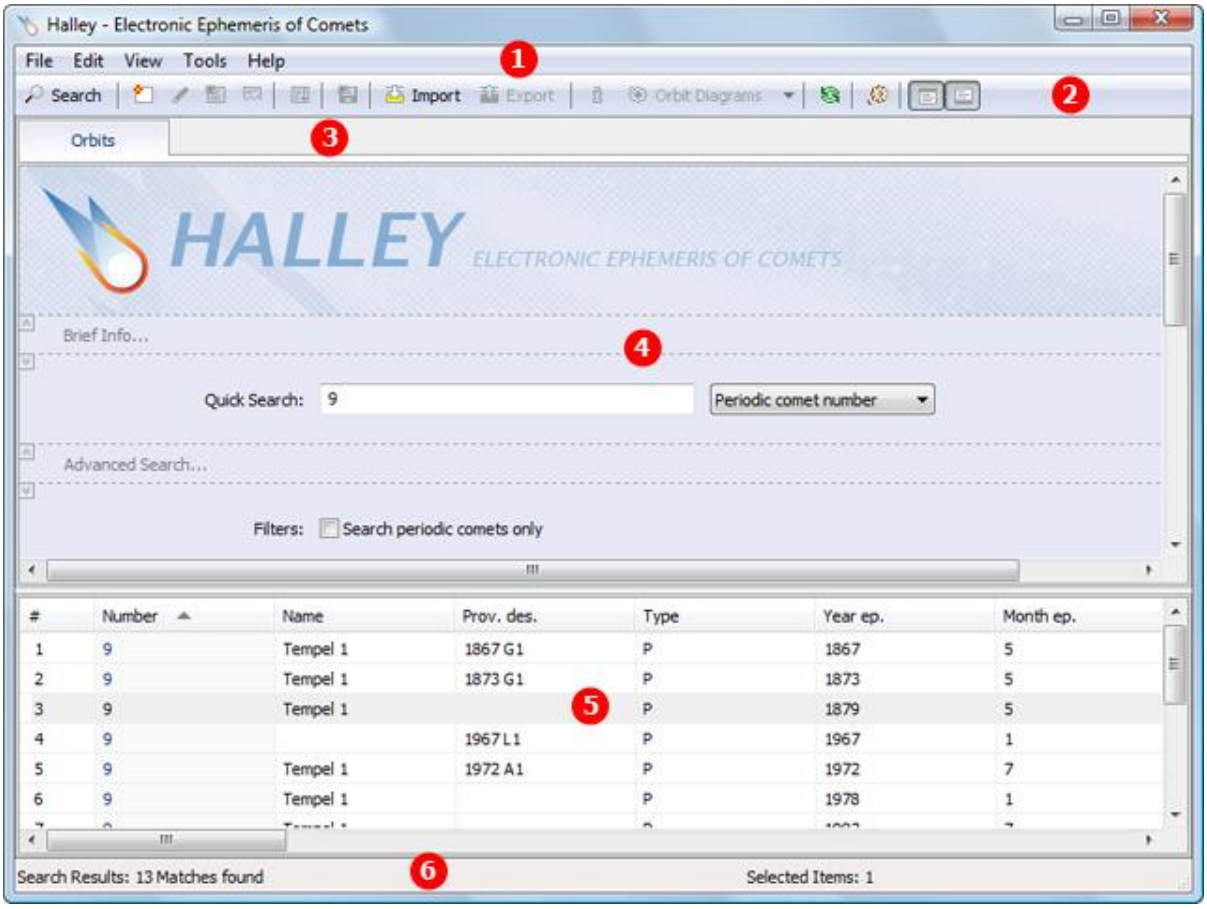


Текущая версия Halley позволяет установить следующие численные эфемериды больших планет Солнечной системы:

Название	Описание
JPL DE406	Эфемериды больших планет и Луны JPL DE406: Либрация и нутация не включены; Международная небесная система отсчета; Временной интервал с 0624976.50 JD (4 февраля -3001 г.) по 2816912.50 JD (6 мая 3000 г.). Расширенная эфемерида JPL с уменьшенной точностью интерполяционных полиномов, но охватывающая больший интервал времени. 1997 г.
JPL DE423	Эфемериды больших планет и Луны JPL DE423: Включены либрация и нутация; Международная небесная система отсчета; Временной интервал с 2378480.5 JD (16 декабря 1799 г.) по 2524624.5 JD (2 февраля 2200 г.). Эфемерида JPL созданная для миссии MESSENGER к Меркурию. 2010 г.

Главное окно

Пользовательский интерфейс главного окна Halley разбит на 6 основных областей:



Номер	Область	Описание
1	Основное меню	Доступ к различным пунктам меню выполняется из основного меню. Команды, выполняемые из этой области, будут обозначаться как Меню/Команда. Например, Файл/Выход будет означать, выбрать в меню Файл, а затем Выход.
2	Панель инструментов	Панель инструментов содержит несколько кнопок для выполнения различных команд и настройки параметров Halley. Они расположены на панели инструментов для быстрого доступа. Все команды, которые можно найти на панели инструментов также можно найти и в основном меню или в других диалогах.
3	Разделы[1]	Главное окно имеет несколько разделов. Переключение между разделами осуществляется выбором соответствующей вкладки.
4	Рабочая область	В рабочей области задаются необходимые условия для поиска.
5	Область вывода	В области вывода создается таблица с найденными результатами.
6	Строка состояния	В строке состояния выводится некоторая полезная информация, например, число найденных совпадений, число выбранных элементов и т.п.

[1] Каждый раздел имеет собственные рабочую область и область вывода.

Основное меню

В Halley доступно 5 меню верхнего уровня:

Файл		
Пункт меню	**Команда**	**Описание**
Сохранить как...	Ctrl+S	Сохранение выбранных строк в файл.
Импорт	Ctrl+I	Импорт строк из файла в базу данных.
Экспорт	Ctrl+E	Экспорт выбранных строк в файл.
Выход		Завершение работы Halley.

Правка		
Пункт меню	**Команда**	**Описание**
Выбрать всё	Ctrl+A	Выбор всех найденных строк.

Вид		
Пункт меню	**Команда**	**Описание**
Рабочая область	Alt+Up	Рабочая область показывается/скрывается.
Область вывода	Alt+Down	Область вывода показывается/скрывается.
Панель инструментов		Панель инструментов показывается/скрывается.

Инструменты		
Пункт меню	**Команда**	**Описание**
Поиск...		Поиск запрашиваемой записи.
Добавить новую запись...	Ctrl+Shift+N	Открывается окно добавления новой записи.
Редактировать запись...	Ctrl+Shift+E	Открывается окно редактирования записи.
Копировать запись...	Ctrl+Shift+D	Открывается окно добавления новой записи.
Удалить запись...	Del	Удаление из базы данных выбранных строк.
Дополнительная информация...	Ctrl+Shift+I	Открывается окно просмотра дополнительной информации.
Задачи		Открывается окно задач на выбранной задаче:
Визуализация орбит	Ctrl+F1	Визуализация орбит
Эфемериды	Ctrl+F2	Эфемериды
Тесные сближения	Ctrl+F3	Тесные сближения
Обновить базу данных	Ctrl+U	Открывается окно обновления базы данных.
Настройки...		Открывается окно настроек.

Справка		
Пункт меню	**Команда**	**Описание**
Содержание	F1	Открывается руководство пользователя.
Домашняя страница		В интернет браузере открывается домашняя страница Halley.
Обновить Halley...		Открывается окно обновления Halley.
О программе...		Открывается окно содержащее информацию о текущей версии Halley.

Панель инструментов

С помощью панели инструментов возможен доступ к следующим командам основного меню:

Вид	Заголовок	Описание
	Поиск	Поиск запрашиваемой записи.
	Добавить новую запись	Открывается окно добавления новой записи.
	Редактировать запись	Открывается окно редактирования записи.
	Копировать запись	Открывается окно добавления новой записи.
	Удалить запись	Удаление из базы данных выбранных строк.
	Выбрать всё	Выбор всех найденных строк.
	Сохранить как	Сохранение выбранных строк в файл.
	Импорт	Импорт строк из файла в базу данных.
	Экспорт	Экспорт выбранных строк в файл.
	Дополнительная информация	Открывается окно просмотра дополнительной информации.
	Визуализация орбит	Окно задач открывается на визуализации орбит.
	Эфемериды	Окно задач открывается на эфемеридах.
	Тесные сближения	Окно задач открывается на тесных сближениях.
	Обновить базу данных	Открывается окно обновления базы данных.
	Настройки	Открывается окно настроек.
	Показать/скрыть рабочую область	Рабочая область показывается/скрывается.
	Показать/скрыть область вывода	Область вывода показывается/скрывается.

Разделы

Текущая версия Halley содержит следующие разделы:

Раздел	Описание
Орбиты	В этом разделе Вы можете управлять и работать с базой данных орбит.

Орбиты

Основой этого раздела является «база данных орбит». Каждая запись базы данных орбит содержит следующие элементы:

№	Элемент	Тип	Единицы	Ограничение	Макс. длина
1	Номер кометы	Целый		>0	10
2	Имя кометы	Текст			60
3	Предварительное обозначение	Текст			30
4	Старое обозначение	Текст			30
5	Тип орбиты	Текст		C, P или D	1
6	Год эпохи элементов[1, 3]	Целый		Зависит от эфемериды	5
7	Месяц эпохи элементов[1, 3]	Целый		Зависит от эфемериды; [1;12]	2
8	День эпохи элементов[1, 3]	Целый		Зависит от эфемериды; [1; 32)	2
9	Год прохождения перигелия[1]	Целый		Зависит от эфемериды	5
10	Месяц прохождения перигелия[1]	Целый		Зависит от эфемериды; [1;12]	2
11	День прохождения перигелия[1]	Вещ.		Зависит от эфемериды; [1; 32)	15
12	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
13	Перигелийное расстояние[1]	Вещ.	а.е.	(0; 100)	15
14	Ошибка[4]	Вещ.	а.е.	>=0	17
15	Эксцентриситет[1]	Вещ.		[0; 10)	14
16	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
17	Период обращения	Вещ.	лет	(0; 1000)	6
18	Аргумент перигелия[1]	Вещ.	град	[0; 360]	16
19	Ошибка[4]	Вещ.	град	>=0	17
20	Долгота восходящего узла[1]	Вещ.	град	[0; 360]	16
21	Ошибка[4]	Вещ.	град	>=0	17
22	Наклон орбиты[1]	Вещ.	град	[0; 180]	16
23	Ошибка[4]	Вещ.	град	>=0	17
24	Негравитационное ускорение (радиальное)[2]	Вещ.	10^{-8}а.е./сут^2	(-100; 100)	16
25	Ошибка[4]	Вещ.	10^{-8}а.е./сут^2	>=0	17

26	Негравитационное ускорение (трансверсальное)[2]	Вещ.	10^{-8}а.е./сут^2	(-100; 100)	16
27	Ошибка[4]	Вещ.	10^{-8}а.е./сут^2	>=0	17
28	Негравитационное ускорение (нормальное)[2]	Вещ.	10^{-8}а.е./сут^2	(-100; 100)	16
29	Ошибка[4]	Вещ.	10^{-8}а.е./ сут^2	>=0	17
30	Тип модели негравитационного ускорения	Текст		I или II	2
31	Смещение максимума газопроизводительности[2]	Вещ.	сут	(-1000; 1000)	17
32	Ошибка[4]	Вещ.	сут	>=0	17
33	Смещение фотоцентра	Вещ.	км	(-100000; 100000)	17
34	Ошибка[4]	Вещ.	км	>=0	17
35	Число наблюдений	Целый		>0	10
36	Год первого наблюдения	Целый		[-3000; 3000]	5
37	Месяц первого наблюдения	Целый		[1; 12]	2
38	День первого наблюдения	Целый		[1; 31]	2
39	Год последнего наблюдения	Целый		[-3000; 3000]	5
40	Месяц последнего наблюдения	Целый		[1; 12]	2
41	День последнего наблюдения	Целый		[1; 31]	2
42	Численные эфемериды (больших планет)	Текст			60
43	Число возмущающих планет	Целый		>0	10
44	Численные эфемериды (малых тел)	Текст			60
45	Краткое описание возмущающих тел (пусто если возмущения не учит.)	Текст			3
46	Подробное описание возмущающих тел (0000 если возмущения не учит.)	Текст			4
47	Среднеквадратическая ошибка	Вещ.	угл. сек	[0; 100)	8
48	Ссылка на источник элементов	Текст			60
49	Вычислитель (человек или институт)	Текст			60
50	Эффективный диаметр ядра	Вещ.	км	(0; 1000)	16
51	Ошибка[4]	Вещ.	км	>=0	17
52	Отношение осей (a/b)	Вещ.		[0; 1000)	16
53	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
54	Период вращения ядра	Вещ.	ч	[0; 1000)	16
55	Ошибка[4]	Вещ.	ч	>=0	17
56	Геометрическое альбедо	Вещ.		[0; 1]	14
57	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17

58	Общая яркость кометы	Вещ.		[-50; 50]	16
59	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
60	Коэффициент изменения общей яркости	Вещ.		[-50; 50]	16
61	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
62	Яркость ядра кометы	Вещ.		[-50; 50]	16
63	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
64	Коэффициент изменения яркости ядра	Вещ.		[-50; 50]	16
65	Ошибка[4]	Вещ.		>=0	17
66	Дополнительная информация	Текст			5000

[1] Обязательный для заполнения элемент который используется в вычислениях.
[2] Не обязательный для заполнения элемент который используется в вычислениях.
[3] Дата эпохи может быть не заполнена. В этом случае, дата прохождения перигелия используется в качестве эпохи.
[4] Если задано значение ошибки, необходимо задать соответствующий элемент.

Запись базы данных может быть одного из двух типов: «основная запись» и «запись пользователя». «Записью пользователя» является любая запись, которую пользователь добавил, отредактировал и экспортировал в базу данных. «Записи пользователя» выделены в таблице красным цветом.

Работа с Halley начинается с выбора записей из базы данных. Этот выбор происходит в рабочей области раздела. Рабочая область раздела «Орбиты» разбита на несколько панелей:

Панель	Описание
Краткая информация	Эта панель содержит краткую информацию о состоянии базы данных орбит. На панели показано количество записей; комет; нумерованных периодических комет; долгопериодических и ненумерованных короткопериодических комет; количество записей, добавленных пользователем и имена последних добавленных в базу данных комет.
Быстрый поиск	Используя панель «Быстрый поиск», можно выбирать кометы из базы данных по номеру, имени, предварительному или старому обозначению кометы, и типу орбиты. Для этого необходимо ввести соответствующий запрос (слово) в окно поиска. Для ввода нескольких значений выбранного элемента, введенные слова должны быть разделены запятыми. Для отображения всех записей базы данных, необходимо ввести в поле поиска звездочку «*». Для поиска пустых записей, используется тильда «~». Поиск комет по именам, предварительным и старым обозначениям производится как по целому, так и по части введенных слов.
Поиск с условиями	Поиск с условиями отличается от быстрого поиска наличием условий и количеством запросов. Используя поиск с условиями, вы можете выбирать кометы из базы данных по любому элементу. Для поиска нескольких значений введенные слова разделяются запятыми. Тильда «~» используется для поиска пустых полей. Каждое из условий может быть объединено с помощью логических операций «и» или «или».

Фильтры	Дополнительные условия на уже существующий запрос накладываются при помощи панели «Фильтры». Можно выводить записи только нумерованных (периодических) комет, записи, содержащие только последнее появление кометы, только записи созданные пользователем или записи только из последнего обновления. Также возможно комбинировать несколько фильтров.
Параметры вывода	На панели «Параметры вывода» задается вид выводимых элементов. Например, элементы могут отображаться вместе со своими ошибками, если эти ошибки заданы.
Наборы элементов	Заданные заранее стандартные наборы элементов позволяют быстро выбрать группу элементов, которые нужно выводить в таблице.
Элементы	Панель «Элементы» дает возможность самостоятельно выбрать элементы, которые будут отображаться в таблице.
Вычисляемые элементы	Панель «Вычисляемые элементы» добавляет к элементам, содержащимся в записи базы данных, вычисляемые элементы орбиты, такие как средняя аномалия; среднее движение; большая полуось; афельное расстояние; класс орбиты и орбитальный период.

Каждая панель может быть развернута или свернута, нажатием на кнопку или (в верхнем левом углу соответствующей панели) или двойным нажатием левой кнопкой мыши по панели. Переключение между элементами панели, а также между рабочей областью и областью вывода осуществляется нажатием клавиши Tab.

После задания необходимых условий, для начала поиска элементов, можно использовать кнопку поиска на панели инструментов или команду Инструменты/Поиск... в главном меню или, если курсор находится в поле ввода, нажать клавишу ENTER. После успешного поиска, в области вывода появится таблица с найденными результатами. Количество найденных записей отображается в левом нижнем углу строки состояния, а также в первой колонке таблицы. Если результат поиска оказался не удовлетворительным попробуйте изменить условия и повторить поиск. Если же результат Вас устраивает, то дальнейшая работа осуществляется в области вывода.

Найденные записи, по умолчанию, располагаются в таблице порядке возрастания первого элемента. Сортировка таблицы по элементам осуществляется нажатием левой кнопки мыши на заголовке соответствующего столбца (первое нажатие - в порядке возрастания, второе - в порядке убывания элемента). Кроме того, у Вас есть возможность настроить удобный вид таблицы: изменить ширину и порядок столбцов, удалить ненужные столбцы (нажатием правой кнопкой мыши на заголовке таблицы).

Чтобы выбрать строку в таблице, нажмите на нее левой кнопкой мыши. Выбранные строки выделяются синим цветом. Чтобы выбрать несколько строк, удерживайте клавишу Shift или Ctrl. Чтобы выбрать элемент из таблицы, дважды щелкните по нему левой кнопкой мыши.

Для управления и работы с базой данных, вы можете использовать команды основного меню, панель инструментов или вспомогательного меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши на выбранных строках. Halley позволяет производить следующие действия с записями базы данных:

Действие	Описание
Сохранить как…[1]	Сохранение выбранных строк в текстовый файл в виде таблицы.
Импорт[3]	Импорт строк из файла в базу данных.
Экспорт[1]	Экспорт выбранных строк в файл.
Добавить новую запись…[3]	Добавление новой записи в базу данных.
Редактировать запись…[1, 3]	Редактирование существующей записи.
Копировать запись…[1, 3]	Создание копии уже существующей записи с возможностью ее редактирования и добавления в качестве новой записи.
Удалить запись…[1]	Удаление существующей записи.
Дополнительная информация…[1, 2]	Просмотр элемента «дополнительная информация» выбранной записи.
Задачи[1]	Открывается окно задач на выбранной задаче.
Обновить базу данных	Обновление или восстановление записей базы данных через интернет соединение.
[1] Если выбрана хотя бы одна строка (зависит от эфемериды). [2] Только если выбранная запись имеет дополнительную информацию. [3] Запись становится «записью пользователя».	

Производится импорт и экспорт следующих форматов:

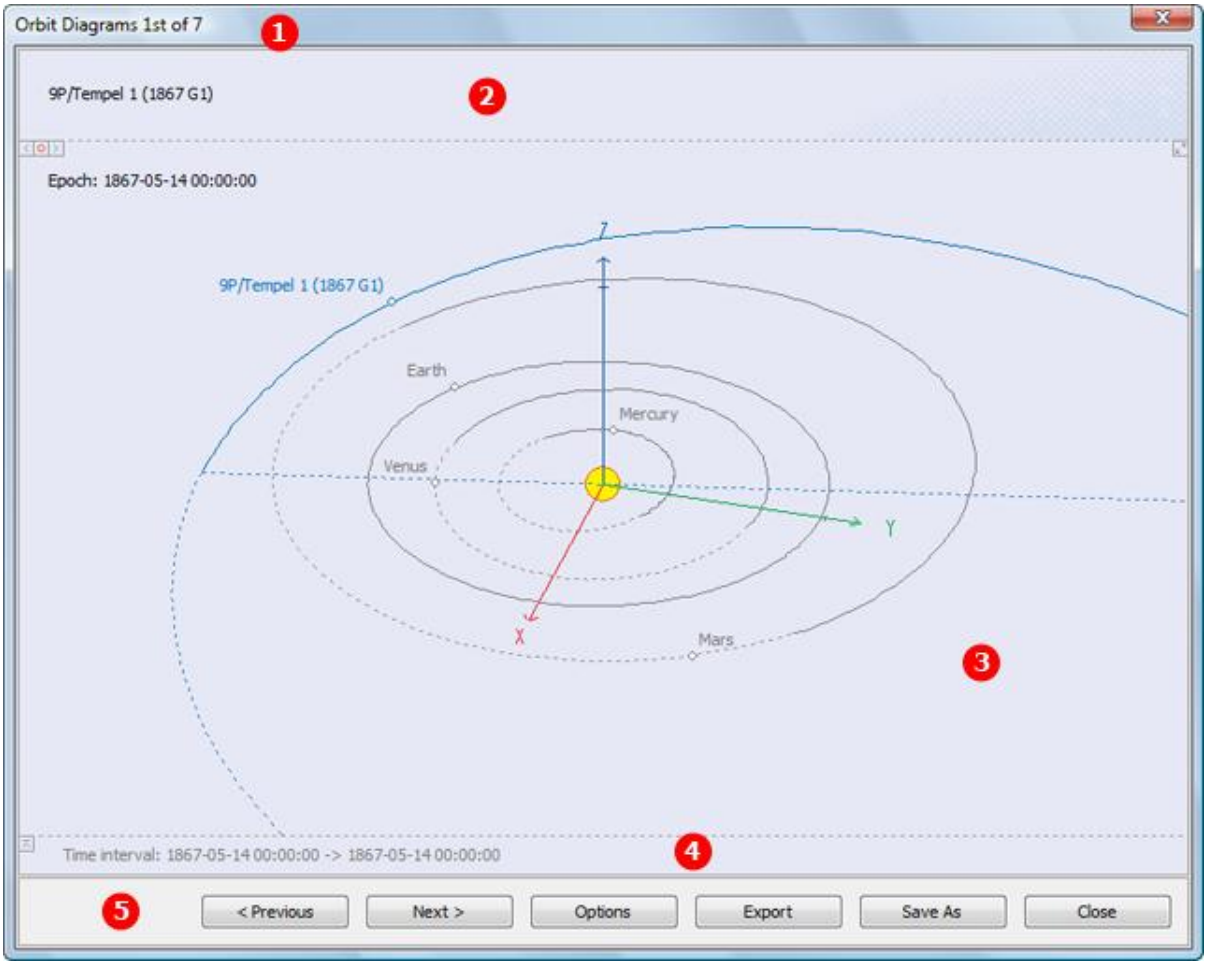
Формат	Описание
.els[1]	Export Format for Comet Orbits (Формат кометных орбит)
Текстовый файл[1]	Все элементы записи базы данных записаны по порядку, в кавычках и разделены запятыми.
[1] В качестве примера экспортируйте несколько записей в файл.	

Задачи

Текущая версия Halley при работе с базой данных орбит решает следующие задачи:

Задача	Описание
Визуализация орбит	Визуализация трехмерной проекции орбит малых тел и планет.
Эфемериды	Вычисление орбитальных элементов, вектора состояния или наблюдательных величин малых тел.
Тесные сближения	Вычисление моментов тесных сближений малых тел с планетами и моментов прохождения перигелия на заданном интервале времени.

Любая работа с элементами базы данных орбит осуществляется в окне задач. Пользовательский интерфейс окна задач Halley разбит на 5 основных областей:



Номер	Область	Описание
1	Заголовок	В заголовке отображается название задачи, номер записи с которым в данный момент производится работа и общее количество выбранных записей.
2	Имя малого тела[1]	Эта область содержит имя малого тела, с которым в данный момент производится работа.
3	Область вывода	Информация, содержащаяся в этой области, зависит от выбранной задачи.
4	Панель состояния	В этой области выводится текущее состояние выбранной задачи.
5	Управление	В этой области осуществляется управление выбранной задачей.
[1] Если в параметрах установлено «объединить все выбранные орбиты», то в этой области появляется «Объединенное изображение...» или «Объединенные вычисления...».		

Переключение между элементами окна задач осуществляется нажатием клавиши Tab.

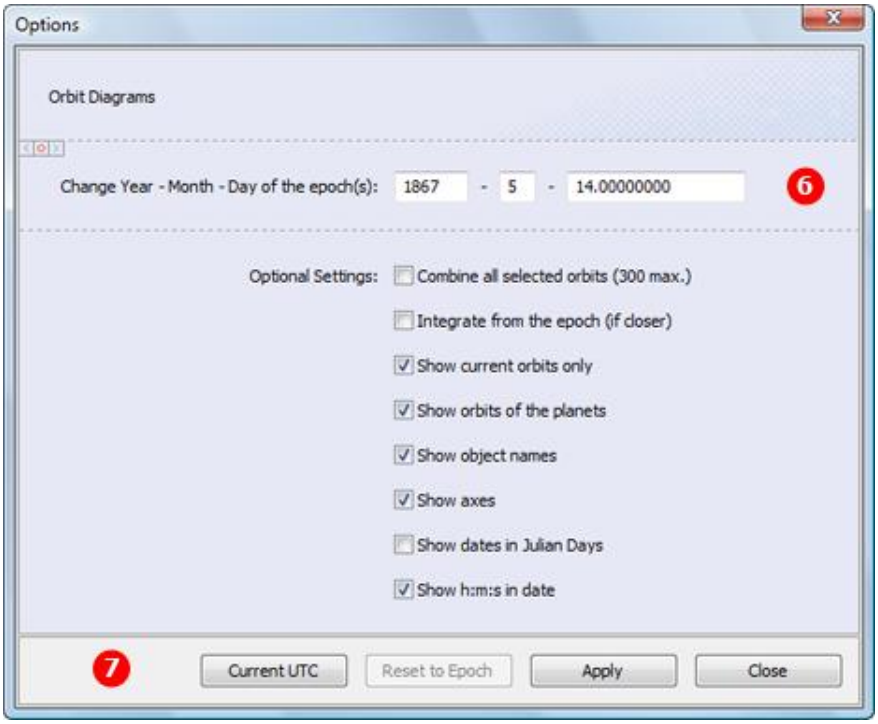
При помощи кнопки в левом верхнем углу области вывода осуществляется переключение между различными задачами, выбор предыдущей или следующей задачи. Если выбрана задача «визуализация орбит», то появляется возможность развернуть на весь экран область вывода и панель состояния при помощи кнопки (или клавиши ENTER) или свернуть их обратно кнопкой (или клавишей Esc).

В панели состояния выводится время, оставшееся до конца интегрирования, рассматриваемый временной интервал и скорость вычисления. Панель состояния можно раскрыть или свернуть, нажав на кнопку или (в верхнем левом углу панели) или двойным щелчком левой кнопкой мыши по панели. В свернутом состоянии на панели отображается только часть информации.

В области управления окна задач содержатся следующие элементы управления:

Кнопка	Описание
< Предыдущая[1]	Переход к предыдущей выбранной записи.
Следующая >[1]	Переход к следующей выбранной записи.
Параметры[2]	Открывает окно параметров.
Экспорт[3]	Экспорт всех текущих значений элементов в файл.
Сохранить	Сохраняет данные находящиеся в области вывода.
Закрыть	Закрывает окно задач.
[1] Если выбраны несколько записей и в параметрах не установлено «объединить все выбранные орбиты». [2] Каждая задача имеет свои собственные параметры. [3] Только если эпоха элементов содержит целое число дней (формат 'Г-М-Д').	

Основным параметром при работе с базой данных орбит является дата эпохи (6). Это значение задается в окне Параметры, независимо от выбранной задачи.



Можно задать один из следующих форматов поля даты эпохи (6):

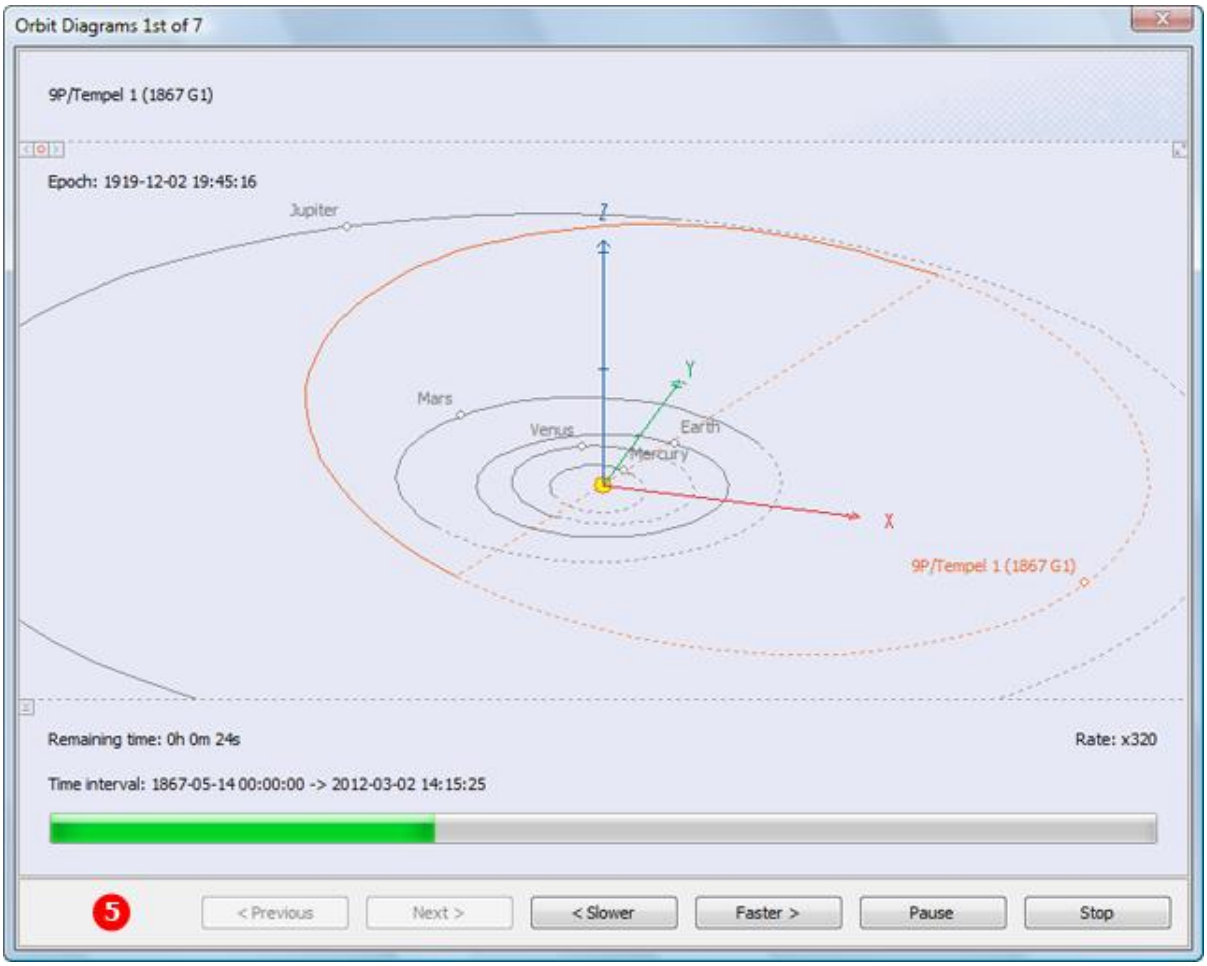
Дата эпохи	
Формат	**Описание**
Г-М-Д.0	Год, месяц и день с дробной частью.
Г-М-Д ч:м:с[1]	Год, месяц и день с часами, минутами и секундами.
JD.0	Юлианский день с дробной частью.
[1] В этом формате происходит потеря точности (округление до секунд суток).	

При помощи кнопки в левом верхнем углу панели эпохи осуществляется переключение между различными форматами эпохи, выбор предыдущего или следующего формата.

Текущая эпоха автоматически преобразуется в выбранный формат, если он был изменен. Вы не можете задать эпоху, выходящую за границы временного интервала используемых эфемерид больших планет. В области управления окна параметров (7) содержатся следующие элементы управления:

Кнопка	Описание
Текущее UTC	Меняет значение эпохи на текущее всемирное время. (Москва: UTC+3ч)
На эпоху	Возвращает текущую дату на начальную эпоху (эпоху элементов).
Применить	Применяет выбранные параметры.
Закрыть	Закрывает окно параметров.

Если, после нажатия кнопки «Применить», новое заданное значение эпохи не совпадает с текущим значением выбранных элементов орбиты, то орбитальные элементы будут проинтегрированы на новую эпоху, а соответствующая разность времени будет представлять собой исследуемый временной интервал.

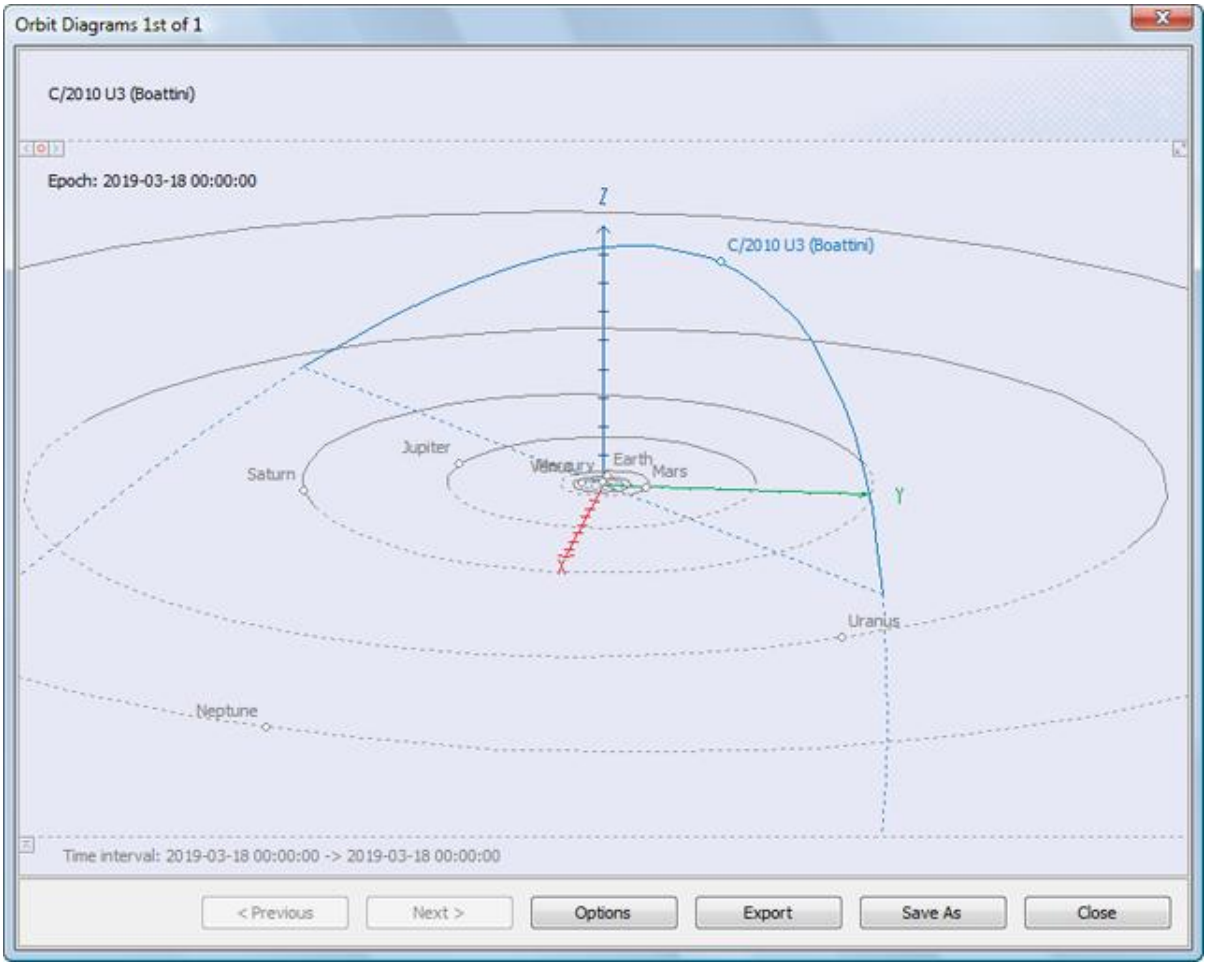


Во время интегрирования, кнопки в области управления (5) окна задач изменяются на:

Кнопка	Описание
< Замедлить	Замедляет скорость интегрирования.
Ускорить >[1]	Увеличивает скорость интегрирования.
Пауза/Продолжить	Ставит на паузу/продолжает интегрирование.
Остановить[2]	Останавливает процесс интегрирования на текущей эпохе.
[1] На максимальной скорости интегрирования в области вывода ничего не отображается. [2] Если в параметрах было установлено «объединить все выбранные орбиты», то эта настройка убирается, а интегрирование останавливается на текущем объекте.	

Визуализация орбит

Визуализация орбит используется для изучения трехмерной проекции орбит малых тел и планет на заданную эпоху. Эпоха задается изменением даты эпохи в окне параметров тесных сближений.



В области вывода отображаются орбиты выбранных объектов, где: XY - плоскость эклиптики; ось Z указывает на северный полюс эклиптической системы координат; ось X направлена в точку весеннего равноденствия 2000.0; цена деления шкалы осей равна 1 астрономической единице.

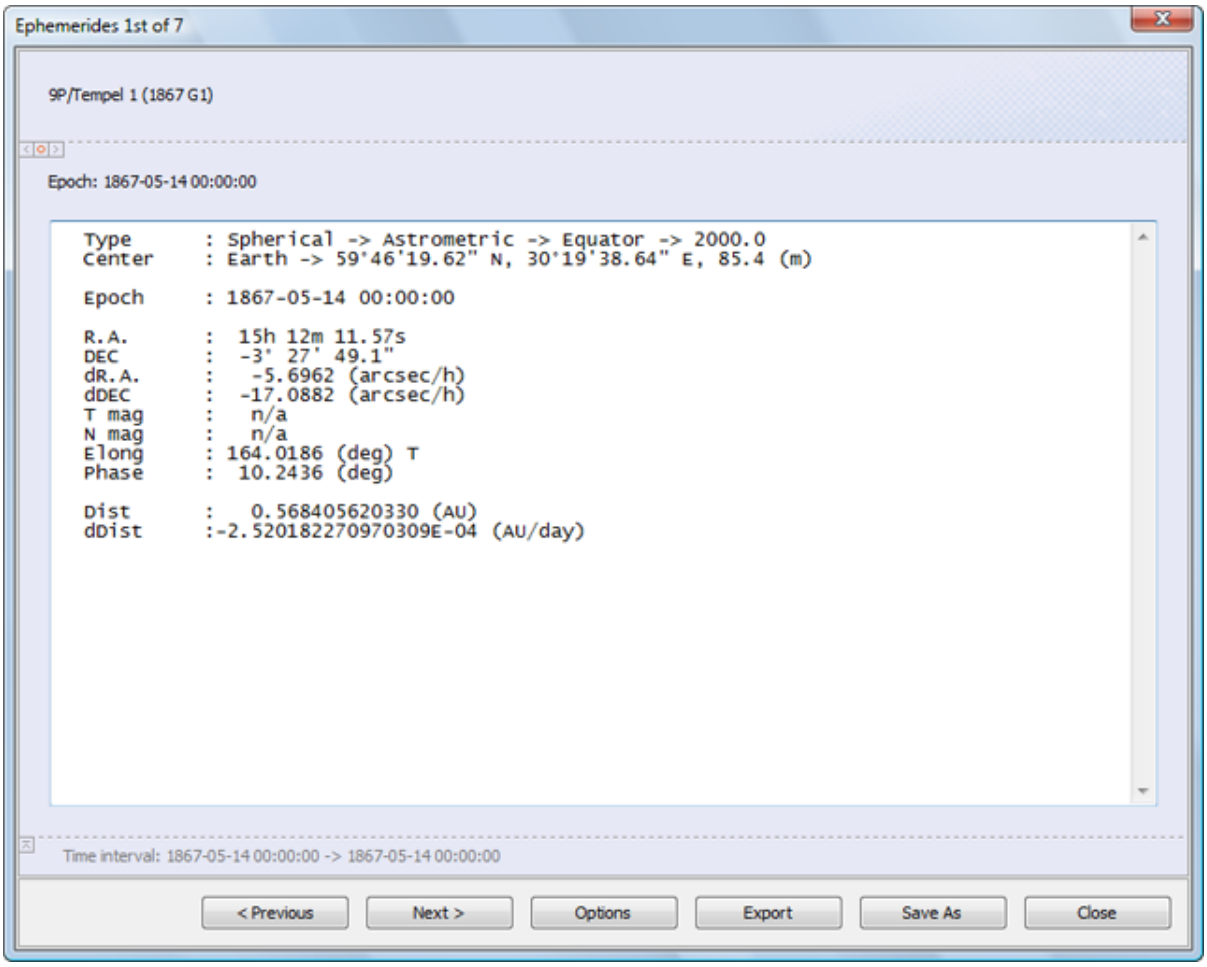
Перемещение изображения осуществляется движением мыши с зажатой левой кнопкой или сочетанием клавиш Shift + [стрелка вверх; вниз; влево; вправо]. Поворот изображения осуществляется движением мыши с зажатой правой кнопкой или клавишами [стрелка вверх; вниз; влево; вправо]. Для центрирования изображения, дважды щелкните на картинке левой кнопкой мыши или нажмите клавишу Home. Чтобы увеличить или уменьшить масштаб изображения используйте колесо мыши или клавиш + или -. Развернуть область вывода и панель состояния на весь экран можно при помощи кнопки ⛶ (или клавиши ENTER), а свернуть их обратно с помощью кнопки ⛶ (или клавиши Esc).

В окне параметров визуализации орбит задаются следующие настройки:

Параметр	Описание
Объединить все выбранные орбиты[1]	Все выбранные орбиты выводятся одновременно на общую эпоху.
Интегрировать от эпохи	Интегрирование уравнений движения будет начинаться от начальной эпохи, если она ближе к заданной дате.
Показывать только текущую орбиту[2]	Показывается/Скрывается начальная орбита.
Показывать орбиты планет	Показываются/Скрываются орбиты планет.
Показывать имена объектов	Показываются/Скрываются имена объектов.
Показывать систему координат	Показываются/Скрываются оси системы координат.
Измерять время в юлианских днях	Времена выводятся в юлианских днях.
Показывать ч:м:с в дате	Дробь дня выводится в формате ч:м:с.
[1] Если выбрано несколько записей. Одновременно может выводиться не более 300 орбит. [2] Начальная орбита малого тела всегда выделена синим цветом.	

Эфемериды

Эфемериды используется для вычисления орбитальных элементов, вектора состояния или наблюдательных величин малых тел на заданную эпоху. Эпоха задается изменением даты эпохи в окне параметров тесных сближений.



В области вывода отображаются следующие элементы выбранных объектов:

Обозначение	Описание
Тип	Заданная система координат.
Центр	Центр заданной система координат.
Эпоха	Текущая эпоха элементов.
R.A.	Прямое восхождение центра объекта в экваториальной системе в формате чч мм сс.0.
DEC	Склонение центра объекта в экваториальной системе в формате °° ' ' "".0.
dR.A.	Скорость изменения видимого прямого восхождения центра объекта умноженная на косинус склонения в угл.сек /ч.
dDEC	Скорость изменения видимого склонения центра объекта в угл.сек /ч.
Long	Эклиптическая долгота центра объекта в формате "°° ' ' "".0.
Lat	Эклиптическая широта центра объекта в формате °° ' ' "".0.
dLong	Скорость изменения видимой эклиптической долготы центра объекта умноженная на косинус эклиптической широты в угл.сек /ч.
dLat	Скорость изменения видимой эклиптической широты центра объекта в угл.сек /ч.
A	Азимут центра объекта в горизонтальной системе в формате °° ' ' "".0.
h	Высота центра объекта в горизонтальной системе в формате °° ' ' "".0.
T mag	Приблизительная видимая звездная величина малого тела.
N mag	Приблизительная видимая звездная величина ядра малого тела.
Elong	Элонгация (Солнце-Наблюдатель-Объект).
Phase	Фазовый угол (Солнце-Объект-Наблюдатель).
Dist	Расстояние от центра заданной системы координат до центра объекта.
dDist	Скорость изменения расстояния от наблюдателя до центра объекта вдоль луча зрения.
pos(x)	'X' компонента вектора положения в заданной системе координат.
pos(y)	'Y' компонента вектора положения в заданной системе координат.
pos(z)	'Z' компонента вектора положения в заданной системе координат.
vel(x)	'X' компонента вектора скорости в заданной системе координат.
vel(y)	'Y' компонента вектора скорости в заданной системе координат.
vel(z)	'Z' компонента вектора скорости в заданной системе координат.
Vel	Скорость малого тела относительно центра заданной системы координат.
MOID[1]	Минимальное расстояние между орбитами малого и центрального тела.
T	Момент прохождения перигелия.
q	Перигелийное расстояние.
e	Эксцентриситет орбиты.
P[2, 3]	Орбитальный период.
w	Аргумент перигелия.
node	Долгота восходящего узла.

i	Наклон орбиты к основной плоскости заданной системы координат.
M[4]	Средняя аномалия.
n[2, 3]	Среднее движение.
a[2]	Большая полуось орбиты.
Q[2, 3]	Афельное расстояние.
Орбита[5]	Класс орбиты.
сф. Хилла	Объект Солнечной системы, в сфере Хилла которого находится исследуемое малое тело.

[1] Если в качестве центрального тела выбрано Солнце, тогда MOID равен перигелийному расстоянию малого тела.
[2] «n/a» если эксцентриситет орбиты равен 1.
[3] «n/a» если эксцентриситет орбиты больше 1.
[4] M (если e<1), B (если e=1) или H (если e>1)
[5] Исследуемые классы орбит:

- Гиперболическая – Кометы с гиперболическими орбитами (e > 1).
- Параболическая – Кометы с параболическими орбитами (e = 1).
- Семейство Юпитера – Кометы семейства Юпитера, Левинсон и Дункан ($2 < T_{Юпитер} < 3$).
- Семейство Юпитера* - Кометы семейства Юпитера, классическое определение (P < 20 лет).
- Типа Энке – Кометы типа Энке, Левинсон и Дункан ($T_{Юпитер} > 3$; $a < a_{Юпитер}$).
- Типа Хирона – Кометы типа Хирона, Левинсон и Дункан ($T_{Юпитер} > 3$; $a > a_{Юпитер}$).
- Типа Галлея – Кометы типа Галлея, классическое определение (20 < P < 200 лет).
- Не классифицируется – Кометы не попадающие ни в один из классов.

В окне параметров эфемерид задаются следующие настройки:

Дополнительные настройки	
Параметр	**Описание**
Объединить все выбранные орбиты[1]	Элементы всех выбранных орбит выводятся одновременно на общую эпоху.
Интегрировать от эпохи	Интегрирование уравнений движения будет начинаться от начальной эпохи, если она ближе к указанной дате.
Измерять время в юлианских днях	Времена выводятся в юлианских днях.
Показывать ч:м:с в дате	Дробь дня выводится в формате ч:м:с.
Вычислять момент прохождения перигелия от эпохи	Момент прохождения перигелия вычисляется от эпохи.
Вычислять расстояние и скорость в км и км/с.	Расстояние выводится в км а скорость в км/с.
Измерять углы и угловую скорость в рад и рад/сут	Углы выводятся в рад а угловая скорость рад/сут

[1] Если выбрано несколько записей. Одновременно может выводиться не более 300 орбит.

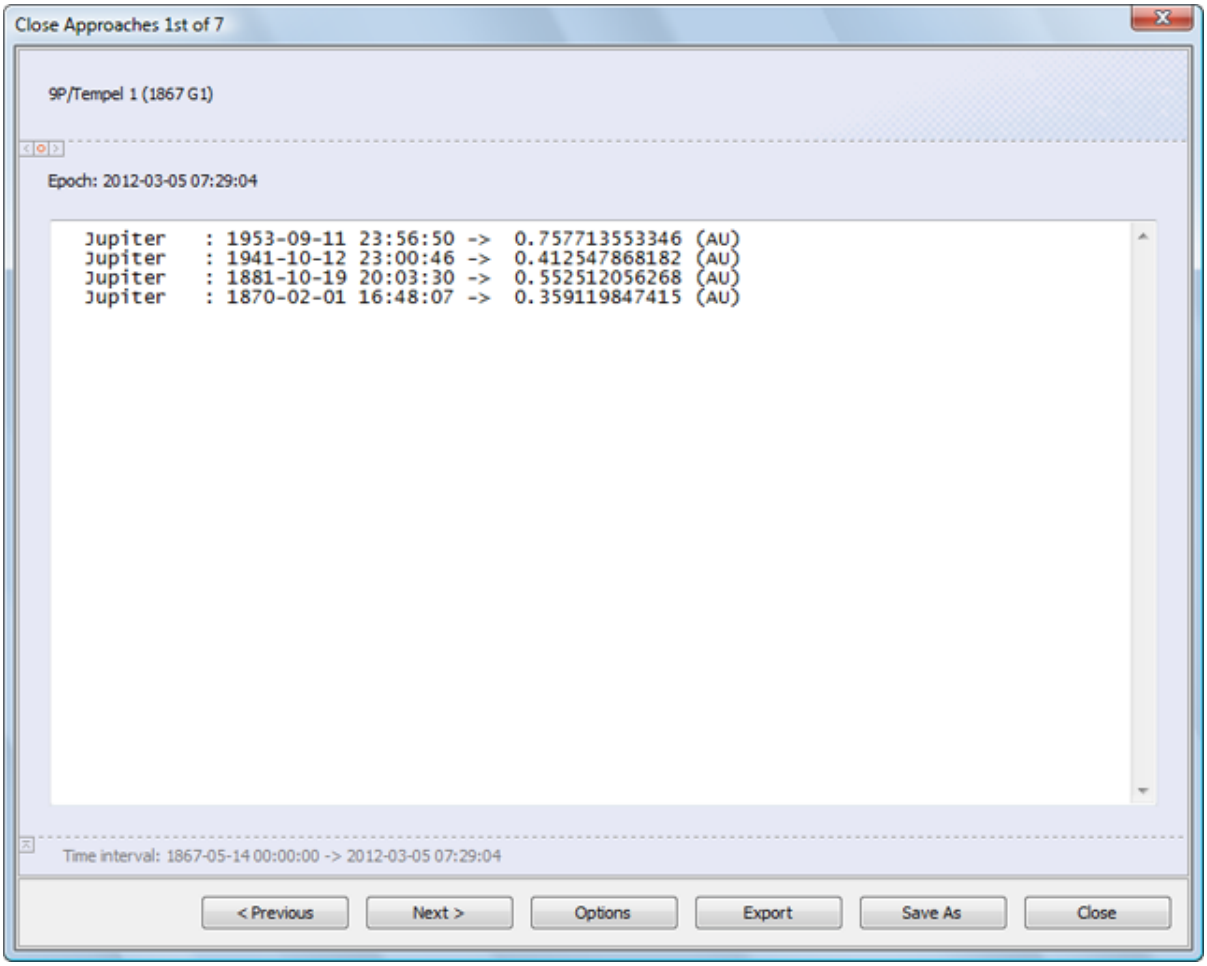
Настройки эфемериды	
Параметр	**Описание**
Тип эфемериды	Сферическая, Прямоугольная или Орбитальная.
Положение	Астрометрическое, Геометрическое или Видимое.
Основная плоскость	Экватор, Эклиптика или Горизонт
Начало отсчета	Эпоха 2000.0, 1950.0 или Истина.
Центральное тело	Выбор центрального тела заданной системы координат.
Положение	Геоцентр или Топоцентр.
Широта[1]	Задается значение широты.
Долгота[1]	Задается значение долготы.
Высота[1]	Задается значение высоты.
[1] Если параметр «Положение» задан как «Геоцентр» то неактивно.	

Настройки вывода	
Параметр	**Описание**
Вычислять эфемериды	Создается файл с эфемеридами заданного типа.
Записывать в один файл[1]	Эфемериды выбранных объектов записываются в один файл.
Размер шага[2]	Задается размер шага эфемериды.
Максимальный размер файла[3]	Задается максимальный размер файла с эфемеридами.
Сохранять в директорию	Задается директория для файла с эфемеридами.
[1] Если этот параметр не задан, то файл с эфемеридами создается для каждого из выбранных объектов. [2] В сутках, часах или минутах. [3] Если размер файла превысит заданное максимальное значение, а процесс интегрирования окажется не завершен, то будет предложено либо остановить интегрирование на текущей дате, либо продолжить его но уже без сохранения эфемерид.	

При помощи кнопки в левом верхнем углу панели настроек эфемерид осуществляется переключение между различными группами параметров, выбор предыдущей или следующей группы.

Тесные сближения

Тесные сближения используются для вычисления моментов тесных сближений малых тел с планетами и моментов прохождения перигелия на заданном интервале времени. Интервал времени задается изменением даты эпохи в окне параметров тесных сближений.



В области вывода отображаются моменты тесных сближений выбранных объектов, где:

Обозначение	Описание
«Имя планеты»	Имя планеты с которой произошло тесное сближение[1].
Дата -> Расстояние	Момент тесного сближения и расстояние до соответствующей планеты.

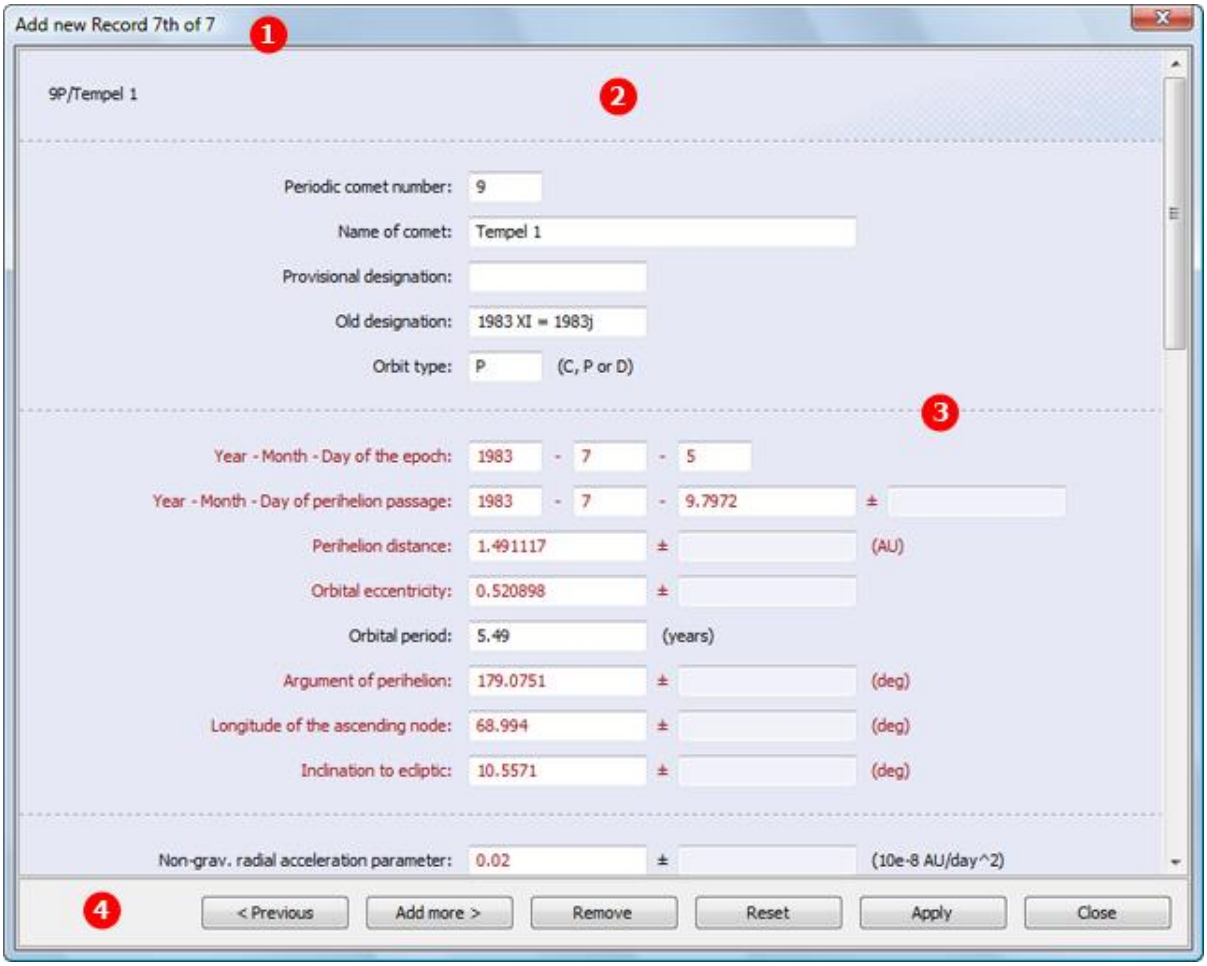
[1] Если малое тело попадает в сферу радиусом 0.1 а.е. для Меркурия, Венеры и Марса, 0.5 а.е. для Земли и 2 а.е. для Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона.

В окне параметров тесных сближений задаются следующие настройки:

Параметр	Описание
Объединить все выбранные орбиты[1]	Все выбранные орбиты выводятся одновременно на общую эпоху.
Интегрировать от эпохи	Интегрирование уравнений движения будет начинаться от начальной эпохи, если она ближе к указанной дате.
Показывать моменты прохождения перигелия	Показываются/Скрываются моменты прохождения перигелия (когда расстояние до Солнца наименьшее).
Расстояние до Земли на каждом появлении	Показываются/Скрываются минимальные расстояния до Земли (на каждом появлении).
Учитывать размер планеты	При вычислении минимального расстояния учитывается радиус планеты.
Измерять время в юлианских днях	Времена выводятся в юлианских днях.
Показывать ч:м:с в дате	Дробь дня выводится в формате ч:м:с.
Вычислять расстояние и скорость в км и км/с.	Расстояние выводится в км а скорость в км/с.
[1] Если выбрано несколько записей. Одновременно может выводиться не более 300 орбит.	

Добавить новую запись

Добавление новых записей в базу данных орбит также как и копирование существующих записей осуществляется при помощи окна добавления новой записи. Пользовательский интерфейс окна добавления новой записи разбит на 4 основные области:



Номер	Область	Описание
1	Заголовок	В заголовке отображается название задачи, номер записи с которым в данный момент производится работа и общее количество выбранных записей.
2	Имя малого тела	Эта область содержит имя малого тела, с которым в данный момент производится работа.
3	Область редактирования[1]	Эта область содержит поля редактирования каждого элемента содержащегося в записи базы данных орбит.
4	Управление	В этой области осуществляется управление выбранной задачей.

[1] Значения элементов, которые используются при вычислениях, подсвечены красным цветом. Заголовки полей, обязательных для заполнения, тоже выделены красным цветом.

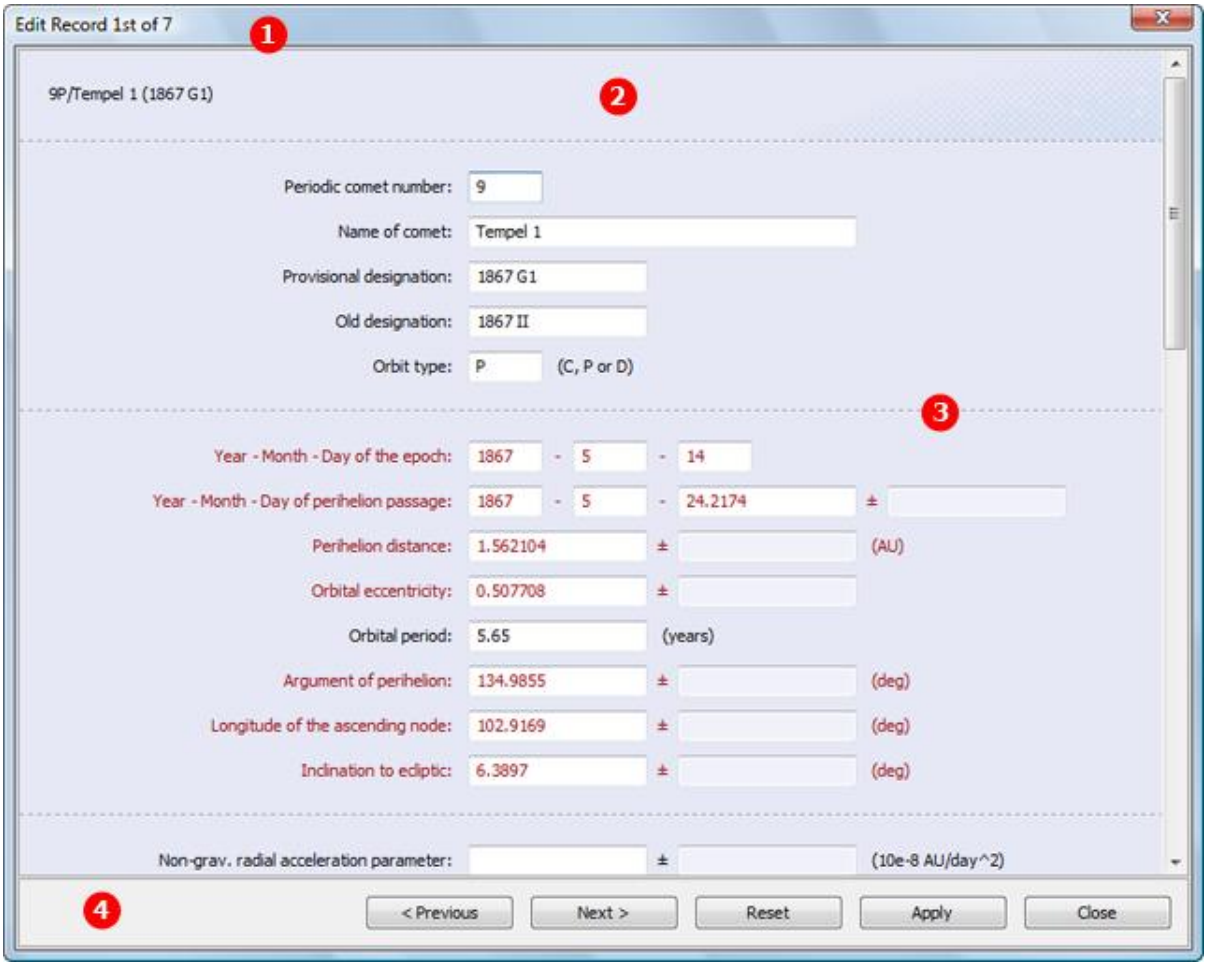
Переключение между элементами окна добавления новой записи осуществляется нажатием клавиши Tab.

В области управления окна добавления новой записи содержатся следующие элементы управления:

Кнопка	Описание
< Предыдущая[1]	Переход к предыдущей выбранной записи.
Следующая >[1, 2]	Переход к следующей выбранной записи.
Создать >	Создается новая пустая запись.
Убрать[1]	Убирается текущая запись.
Восстановить	Каждому элементу возвращается его начальное значение.
Применить	Применяются все проделанные изменения.
Закрыть	Закрывает окно добавления новой записи.
[1] Если выбрано или создано несколько записей. [2] Изменяется на «Создать >».	

Редактировать запись

Редактирование записей базы данных орбит осуществляется при помощи окна редактирования записи. Пользовательский интерфейс окна редактирования записи разбит на 4 основные области:



Номер	Область	Описание
1	Заголовок	В заголовке отображается название задачи, номер записи с которым в данный момент производится работа и общее количество выбранных записей.
2	Имя малого тела	Эта область содержит имя малого тела, с которым в данный момент производится работа.
3	Область редактирования[1]	Эта область содержит поля редактирования каждого элемента содержащегося в записи базы данных орбит.
4	Управление	В этой области осуществляется управление выбранной задачей.
[1] Значения элементов, которые используются при вычислениях, подсвечены красным цветом. Заголовки полей, обязательных для заполнения, тоже выделены красным цветом.		

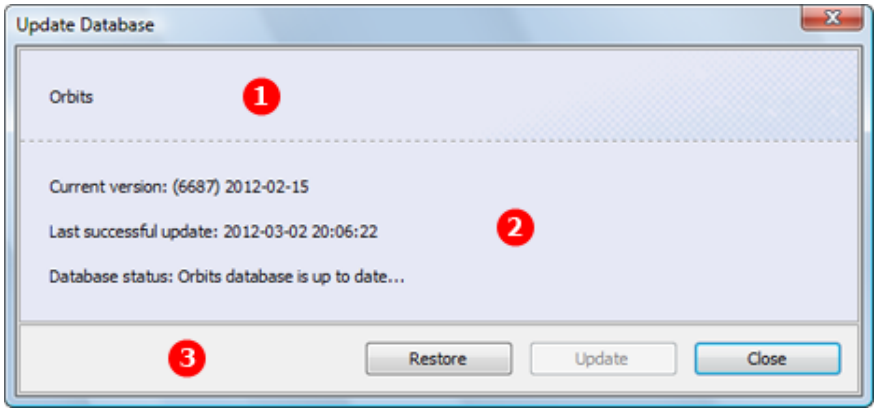
Переключение между элементами окна редактирования записи осуществляется нажатием клавиши Tab.

В области управления окна редактирования записи содержатся следующие элементы управления:

Кнопка	Описание
< Предыдущая[1]	Переход к предыдущей выбранной записи.
Следующая >[1]	Переход к следующей выбранной записи.
Восстановить	Каждому элементу возвращается его начальное значение.
Применить[2]	Применяются все проделанные изменения.
Закрыть	Закрывает окно добавления новой записи.
[1] Если выбрано несколько записей. [2] Если была изменена «основная запись», то она становится «записью пользователя».	

Обновить базу данных

Обновление или восстановление базы данных орбит осуществляется при помощи окна обновления базы данных. Пользовательский интерфейс окна обновления базы данных разбит на 3 основные области:



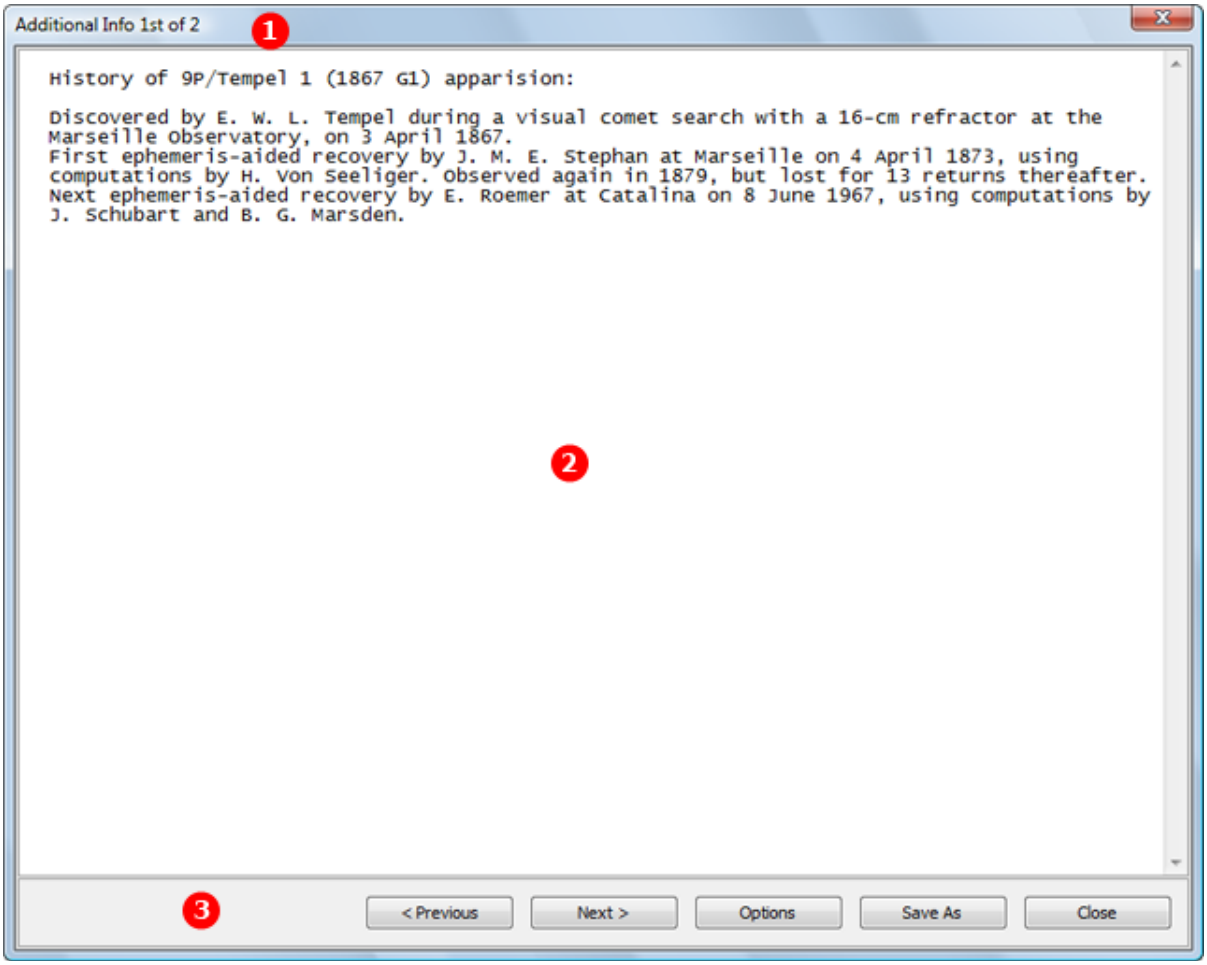
Номер	Область	Описание
1	Название базы данных	Название базы данных, с которой в данный момент производится работа.
2	Информация о базе данных	Эта область содержит информацию о состоянии базы данных. Показано текущая версия базы данных, время последнего успешного обновления базы данных и статус (актуальная/ устаревшая).
3	Управление	В этой области осуществляется управление обновлением базы данных.

В области управления окна обновления базы данных содержатся следующие элементы управления:

Кнопка	Описание
Восстановить[1]	Все «основные записи» базы данных полностью восстанавливаются.
Обновить[1, 2]	Производится обновление базы данных..
Закрыть	Закрывает окно обновления базы данных.
[1] Не влияет на «записи пользователя». [2] Доступно, только в случае наличия новых обновлений на сервере.	

Дополнительная информация

Просмотр элемента «дополнительная информация» базы данных осуществляется при помощи окна дополнительная информация, только в том случае, если этот элемент записи не является пустым. Пользовательский интерфейс окна просмотра дополнительной информации разбит на 3 основные области:



Номер	Область	Описание
1	Заголовок	В заголовке отображается номер записи, дополнительная информация которой в данный момент просматривается, а также общее количество выбранных записей.
2	Область вывода	Эта область содержит имя малого тела, дополнительная информация о котором в данный момент просматривается, а также «дополнительная информация» о нем.
3	Управление	В этой области осуществляется управление просмотром дополнительной информации.

Переключение между элементами окна просмотра дополнительной информации осуществляется нажатием клавиши Tab.

В области управления окна просмотра дополнительной информации содержатся следующие элементы управления:

Кнопка	Описание
< Предыдущая[1]	Переход к предыдущей выбранной записи.
Следующая >[1]	Переход к следующей выбранной записи.
Параметры	Открывает окно параметров.
Сохранить	Сохраняет данные находящиеся в области вывода.
Закрыть	Закрывает окно просмотра дополнительной информации.
[1] Если выбрано несколько записей.	

В окне параметров окна просмотра дополнительной информации задаются следующие настройки:

Параметр	Описание
Перенос по словам	Показывается/Скрывается горизонтальная полоса прокрутки области вывода.