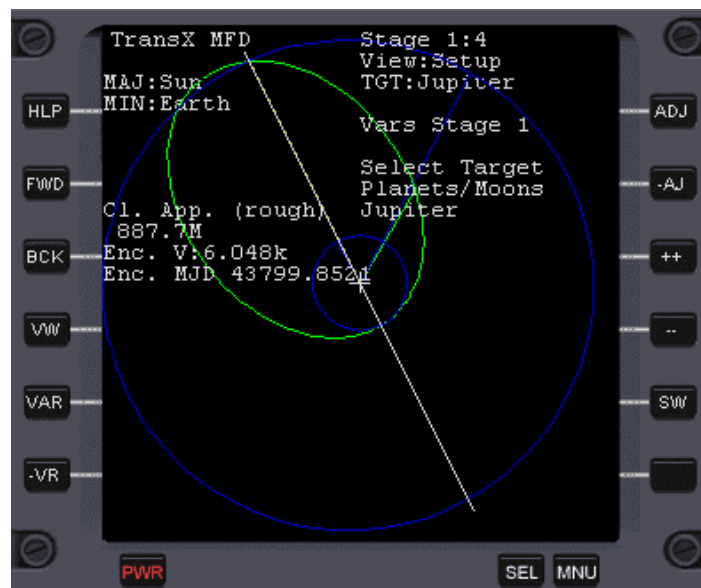


Руководство к MFD TransX V3.6+

Вольное толкование
оригинальной документации к MFD TransX V3.0
автор: **Duncan Sharpe** (June 2003 ©)



Содержание.

1. Обзор.....	3
2. Лицензия.....	3
3. Установка.....	3
3.1 Запуск TransX	3
4. Основные понятия.....	4
4.1 Навигационные сцены	4
4.2 Разделы (View).....	5
4.3 Планы	5
4.4 Переменные	6
4.5 Другие управляющие кнопки.....	7
4.6 Цветовые схемы TransX.....	7
5. Основные установки для полета.....	7
5.1 Переменные для нацеливания.....	7
5.2 Создание новой Навигационной Сцены	8
6. Путь к Марсу	9
6.1 Переменные для Плана Eject	9
6.2 Использование механизма нацеливания	11
6.3 Переменные Плана Escape	12
6.4 Другие переменные	13
6.5 Стартуем и покидаем Землю.....	15
7. Режим маневров и коррекция курса	19
8. Сближение с планетой	22
9. Гравитационные маневры (Slingshots)	23
9.1 Переменные Плана Sling Direct	23
9.2 План гравитационного маневра (Slingshot plan) ..	25
10. Параметры.....	27
10.1 Параметры Плана Escape.....	27
10.2 Параметры Плана Eject.....	28
10.3 Параметры Плана Encounter	30
10.4 Параметры Плана Slingshot.....	31
10.5 Параметры Плана Sling Direct	32
11. FAQ.....	33
Оставшиеся переменные для Раздела Setup не попавшие в описание	34
12. Помимо сказанного	35

1. Обзор.

TransX MFD самый продвинутый на данный момент инструмент навигационных расчетов для космического симулятора Мартина Швейгера — **Орбитер**. С его помощью вы сможете совершать полеты через солнечную систему с достаточно высокой точностью.

Этот инструмент находится в стадии разработки постоянно, поэтому ожидайте появления новых версий, которые доступны, вместе с документацией на сайте <http://www.orbitermars.co.uk/>

2. Лицензия.

TransX MFD — свободно распространяемое программное обеспечение, и как принято говорить в подобных случаях, отсутствие ошибок в работе не гарантируется. Поэтому просьба, воспринимать **TransX** не более чем развлекательное дополнение к Орбитеру. Помните, вы используете это программное обеспечение исключительно на свой страх и риск!

Вы не можете продавать этот инструмент, а только распространять. Исходный код **MFD** доступен на нашем ресурсе, он также защищен лицензией, аналогичной приведенной.

3. Установка.

Для установки этого инструмента, скопируйте файл **transx.dll** в директорию **modules/plugins/** с установленным симулятором.

Для активизации **TransX**, в разделе **Modules** стартового окна Орбитера, перенесите **transx** в активный раздел.

3.1 Запуск TransX.

Этот инструмент доступен из **MFD** меню Орбитера, либо используйте для вызова сочетание клавиш **Shift-J**.

4. Основные понятия.

4.1 Навигационные сцены.

Логика работы навигационного модуля **TransX** состоит в том, что намеченный маршрут задуманного путешествия он разбивает на несколько этапов. На мой взгляд, наиболее широко смысл такого этапа передает название '**навигационная сцена**' (либо '**нав. схема**', далее НС). Сразу после включения, **MFD TransX** будет показывать первую НС, на которой отражается ваше текущее положение на орбите, либо место посадки на поверхности планеты (луны и т.п.). Однако, по мере создания полетного плана, количество НС будет расти. **TransX** создает НС только на основе какого-либо космического тела, которое оказывает влияние на космический корабль на данном расчетном этапе. Такое космическое тело мы будем называть '**центральным телом**'. Например, для описания полета по маршруту Земля-Марс требуется (в самом простом случае) 3 навигационные сцены, в 1 из которых в качестве '**центрального тела**' будет выступать Земля, во 2 НС - Солнце и в 3 - Марс.

Каждая из НС корректируется независимо от других, однако данные, которые в них рассчитываются, могут передаваться для продолжения расчетов как в последующие, так и в предыдущие НС. Общее количество и номер текущей НС отображается в правом верхнем углу **MFD**. Т.о. в самом начале на этом месте вы увидите комбинацию **1:1**.



Для переключения между НС используются кнопки **FWD** и **BCK** (**Shift-F**, **Shift-R** — соответствующие им на клавиатуре). Кроме того, там где это предусмотрено логикой работы **TransX**, нажатием кнопки **FWD** (**Shift-F**) создаются новые НС.

Как весь планируемый полет **TransX** разделяет на несколько НС, так параметры необходимые для полета в пределах каждой НС разделены по Разделам и Планам. Каждая НС может содержать один План и до трех Разделов. О том, что такое Разделы и Планы и как они связаны между собой, читайте ниже.

4.2 Разделы (View).

В большинстве случаев, каждая НС содержит 2 Раздела. Раздел под названием **Setup**, содержит главным образом переменные, которые устанавливают режим работы самого модуля **TransX** (если хотите, это такой 'Preferences', подобно с которым **TransX** будет проводить расчеты). Единственная переменная, непосредственно связанная с настройками параметров полета, попавшая в этот Раздел, это переменная **Select Target**. Раздел **Setup** всегда присутствует в любой из НС. Тип второго Раздела определяет НС или выбранный План. Единственная замеченная ситуация, когда НС может содержать 3 Раздела, в случае если это только первая НС и если для этой НС установлен План. Замечено, что иногда из предыдущей НС «просачивается» Раздел **Manoeuvre**, т.е. установив такой Раздел в предыдущей НС, и переключившись в следующую, он остается доступным. Однако, если вы попытаетесь в этой НС пролистать все имеющиеся Разделы, он пропадет из списка и останутся доступными опять только 2 Раздела. (По большому счету это все не принципиально, я описал эту ситуацию, чтобы вы не пытались искать логику там, где ее нет).

Каждый Раздел, каждой НС имеет свой набор переменных, которые могут корректироваться. Для переключения между Разделами, пользуйтесь кнопкой **VW (Shift-W)**.

4.3 Планы.

Каждая сцена полета может иметь План (смысл — «планировать действие», прим.). В зависимости от ситуации **TransX** будет автоматически подбирать правильный План (если переменная **Autoplan** в Разделе **Setup** включена). Соответственно, отключив переменную **Autoplan**, нужный План можно выбрать самостоятельно. Как только План для данной НС будет определен, автоматически произойдет замена второго Раздела на Раздел соответствующий данному Плану (в случае с первой НС, такой Раздел добавляется к существующим двум). Раздел соответствующий определенному Плану по характеру ничем не отличается от любого другого Раздела. Он также имеет собственный набор переменных, которые можно корректировать.

Если в текущей НС вы вносите какие либо корректировки, то некоторые Планы, в последующих и предыдущих НС автоматически отражают эти изменения в своих Разделах, ожидая того момента, когда эта информация будет востребована.

4.4 Переменные.

Что нужно запомнить?
Весь полет делится на части (Stages), которые мы договорились называть «навигационными сценами».

Каждая НС, сразу после ее создания (рис. 1) будет иметь 2 Раздела (View), но не будет иметь Плана до тех пор, пока не будет установлена переменная **Select Target**.

Любой Раздел может иметь собственный набор переменных (Vars) и параметров полета (информация в левой части MFD TransX)

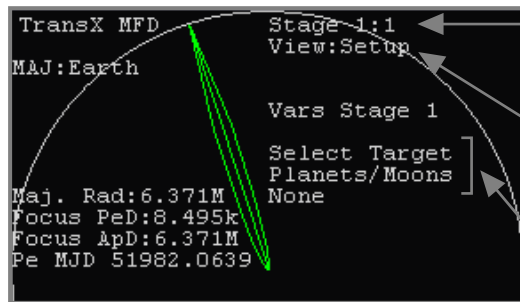
Установленный План в пределах текущей НС (рис. 2) имеет собственный Раздел со своим набором Переменных и параметров.

Любой из Разделов, любой НС имеет свой набор переменных. Перемещение между переменными осуществляется при помощи кнопок **VAR** и **-VR** (**Shift - >** и **Shift - <**). Значения переменных изменяются кнопками **++** и **--** (**Shif - =** и **Shift --**). В зависимости от типа переменных возможно также отрегулировать чувствительность изменения значений (**++** и **--**), пользуясь кнопками **ADJ** и **AJ-** (**Shift -}** и **Shift-}**).

Собственно, создание полетного плана и заключается в корректировке этих самых переменных.

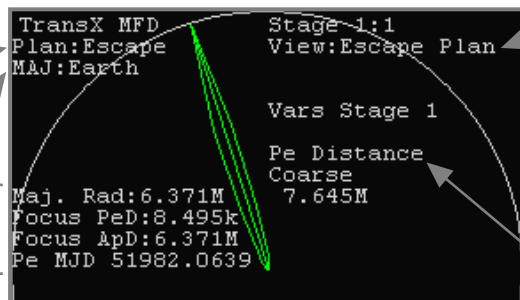
Следует также знать, что некоторые переменные изначально скрыты. **TransX** будет автоматически корректировать некоторые из них, облегчая так сказать, труд навигатора. Если такая автоматизация вас не устраивает, имеется возможность ее отключить.

Рис. 1. НС без установленного Плана



← Номер текущей и общее количество НС
 ← Название Раздела
 ← Переменные

Рис. 2. НС с установленным Планом



← Название установленного Плана
 ← Название «центрального тела»
 ← Параметры текущего Раздела

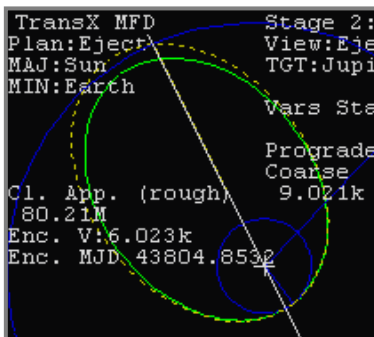
← Название Раздела, в данном случае принадлежащего Плану Escape
 ← Переменные

4.5 Другие управляющие кнопки.

Осталось еще две кнопки не затронутые нашим вниманием. **SW (Shift -X)** кнопка переключает выбранный список переменных не затрагивая графиков. Этот режим позволяет корректировать переменные одной НС, просматривая другую. Конечно, в решении навигационных задач пользоваться этим режимом вовсе не обязательно, и на начальном этапе, пока вы не очень хорошо знакомы с этим **MFD**, лучшим решением будет вообще его не использовать.

Последняя кнопка **HLP (Shift - H)** - приводит небольшой объем помощи на текущую переменную и текущий План.

Рис. 3.



В данном случае, фактическая орбита (зеленая линия) перешла из предыдущей НС.

4.6 Цветовые схемы TransX.

Для отображения графической информации **TransX** использует четыре стиля линий.

1. Орбиты планет рисуются сплошными синими линиями.
2. Желтой пунктирной линией обозначается ваша расчетная орбита.
3. Сплошной зеленой линией **TransX** отмечает вашу фактическую орбиту.
4. Серой сплошной линией обозначается поверхность планеты и линия пересечения орбитальных планов.

5. Основные установки для полета.

5.1 Переменные для нацеливания (The Target Variable).

Первой переменной в Разделе **Setup** является переменная **Select Target** (выбор цели). Используя эту переменную вы сможете установить следующую цель своего путешествия. Чаще всего цель эта не будет конечной. Однако, установка этой переменной открывает возможность кнопкой **FWD (Shift-F)** создавать новые НС, в которых будут рассчитываться следующие части вашего путешествия.

Пролистав все доступные цели для переменной **Select Target**, вы обнаружите опцию **Escape** (покинуть). Выбор этого пункта будет означать, что Вы хотите покинуть сферу влияния текущего 'центрального тела'. Если вы покидаете Землю, то в следующей НС в качестве 'центрального тела' будет выступать Солнце. Если вы покидаете Луну, за 'центрального тела' будет принята Земля. Правило: в роли 'центрального тела' в подобных случаях (когда в предыдущей НС выбран пункт **Escape**) всегда будет выступать большее космическое тело, нежели текущее (планета или луна), на орбите либо поверхности которого вы находитесь.

Как вы наверно уже заметили, переменная **Select Target** содержит еще и список космических тел, которые принадлежат текущему 'центральному телу'. Т.е., если в качестве 'центрального тела' будет выступать Земля, то в этом списке будет только Луна. Если орбита 'солнечная', в списке будут присутствовать все планеты вместе с астероидами (если таковые были добавлены в игру). Все объекты в этом списке будут отсортированы по массе в порядке убывания (первый — самый тяжелый).

Следует упомянуть, что **TransX** корректно обрабатывает обновления объектов солнечной системы, и все установленные вами дополнительные планеты, луны и астероиды будут доступны в списке переменной **Select Target**.

5.2 Создание новой Навигационной Сцены.

Как только будут установлены переменные для нацеливания, отдав команду **FWD (Shift - F)**, вы создадите очередную НС, с новым 'центральным телом'.

Для того, чтобы осуществить дальнейшее путешествие, вам понадобятся несколько НС. К примеру, для того, чтобы осуществить перелет по маршруту Земля-Марс необходимо (в общем случае) использовать 3 НС.

Сцена первая: Земля в качестве 'центрального тела'. Цель (переменная **Select Target**) — **Escape**.

Сцена вторая: 'центральное тело' — Солнце. Цель — Марс.

Сцена третья: Марс в качестве 'центрального тела'. В этой НС будет показано как вы приближаетесь к планете.

6. Путь к Марсу.

В этом разделе мы составим типичный полетный план к Марсу, после чего, вы должны будете принципиально понимать, как пользоваться модулем **TransX**. Для демонстрации работы навигационного модуля воспользуемся сценарием 'Cape Canaveral'.

Чтобы подготовить первую часть полета, вам понадобятся 2 НС. Первая НС с Землей в качестве 'центрального тела', будет создана автоматически при включении **MDF TransX**. В этой НС будут отражены ваши околопланетные маневры, а также старт и начало удаления от Земли.

Следующая НС будет рассчитывать ваш межпланетный перелет, соответственно 'центральным телом' в этом случае будет Солнце. Для того, что бы создать такую НС, нужно выполнить, пошагово, следующие действия:

1. Установить переменную нацеливания **Select Target** в положение **Escape**. Это будет сигналом **TransX**, к тому, что Вы хотите покинуть сферу Земного притяжения.
2. Нажмите **FWD (Shift - F)**. **TransX** создаст новую НС с Солнцем в качестве центра.
3. В этой, только что созданной НС установите цель для переменной **Select Target** — Марс.

В это же время, если переменная **Autoplan** включена, **TransX** подготовит планы, которые необходимы для этих типов маневров. Для НС, в которой 'центральным телом' выступает Земля, будет установлен План **Escape** (первая НС), для НС с Солнцем в роли 'центрального тела' будет установлен План **Eject**. Эти планы предназначены для совместной работы друг с другом.

6.1 Переменные для Плана Eject.

Как уже отмечалось ранее, каждый из создаваемых Планов, имеет свой Раздел со своим набором переменных. Плану **Eject** соответствует Раздел **Eject Plan**. Выбрав его, вы получите доступ к переменным, которые необходимо установить для расчета оптимального пути к Марсу.

В этом Разделе, Земля будет выступать как 'незначительное тело' (Minor body), что будет проиллюстрировано пометкой **MIN** в окне **TransX**. Раздел **Eject Plan** имеет 4 переменные, которые могут корректироваться, оказывая непосредственное влияние на вашу расчетную траекторию полета.

Prograde vel.: Эта переменная регулирует скорость удаления от Земли в плоскости вашей текущей орбиты. Изменение этой переменной будет эффективнее всего влиять на увеличение (или уменьшение) размеров вашей орбиты. При положительных значениях этой переменной, ваша орбита будет подниматься к внешним планетам, при отрицательных значениях орбита будет опускаться к внутренним планетам.

Eject Date: (дата старта). Показывает дату и время (с точностью до секунды), когда вы планируете покинуть текущее 'центральное тело' (в данном случае Землю). Точнее, это время, когда вы планируете покинуть перицентр вашей гиперболической орбиты. Попасть на другую планету легче всего в определенное время, которое называется 'стартовым окном'. Собственно, установка этой переменной и позволяет найти 'стартовое окно'.

Outward vel.: регулирует одну из составляющих скорости, которая направлена перпендикулярно к вектору скорости **Prograde vel.** в плоскости расчетной орбиты. Этот вектор корректирует погрешность в пределах 'стартового окна', позволяя «довернуть» орбиту до требуемого положения. Стоит однако помнить, что принимая в своих расчетах во внимание действие этой скорости, вы тем самым увеличиваете ожидаемый расход топлива, поэтому, если одной из задач полета является выбор экономичного маршрута, следует воспользоваться переменной **Eject Date**.

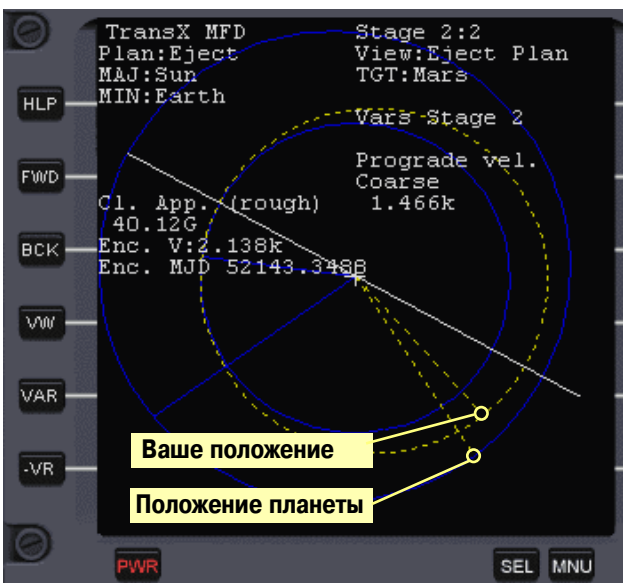
Ch. plane vel.: (изменение скорости в плоскости). Название говорит само за себя — эта скорость изменяет положение плоскости расчетной орбиты.

Из этих, вышеперечисленных переменных и строятся расчетные орбиты.

6.2 Использование механизма нацеливания.

Эффективность всех ваших манипуляций с вышеприведенными переменными будет отражать параметр **Cl. App**, который показывает насколько близко вы приблизитесь к цели полета. Размерность этой переменной — метры. Обозначения: **К** - километры, **М** - мегаметры, (тысячи километров), **Г** - гигаметры (миллионы километров), **Т** - тераметры (миллиарды километров). В данной НС хорошим нацеливанием на Марс можно считать результат, который не превышает 1 миллиона километров. (1G или меньше).

Рис. 4.



Для выполнения операции нацеливания в вашем распоряжении имеются две желтые пунктирные линии, одна из которых отражает положение планеты-цели, а другая положение вашего корабля, и серая сплошная линия, показывающая, где ваша расчетная орбитальная плоскость пересекается с орбитальной плоскостью планеты-цели. Только совпадение всех трех линий будет означать, что вы попали в цель. Самый оптимальный способ, как можно быстрее добиться сведения всех линий, это следовать нижеприведенному алгоритму:

Примите во внимание нюанс, что межпланетный старт может производиться в строго-определенном направлении, по отношению к линии узлов. Соответственно, изменяя переменную Ch. plane vel. вы должны будете определить правильное направление для этого вектора. В принципе, выбрав ложное направление, вы должны заметить, что прогнозируемая орбита ведет себя неестественно.

1. Первое, что нужно сделать, это увеличить (либо уменьшить) параметр **Prograde vel.** до того момента, когда ваша расчетная орбита пересечет орбиту планеты-цели.
2. Затем скорректируйте переменную **Eject Date** до совпадения двух желтых пунктирных линий.
3. Используя переменную **Ch. plane vel.** добейтесь того, чтобы пересечение орбитальных плоскостей произошло именно в точке рандеву с планетой (серая линия должна совпасть с двумя желтыми).
4. Сводите все переменные, постепенно увеличивая чувствительность изменений (**Shift -** и **Shift -{**), до того расстояния, которое будет вас устраивать (ориентируясь на показатель **Cl. App**). В этом процессе, для более точного попа-

Рис. 5.

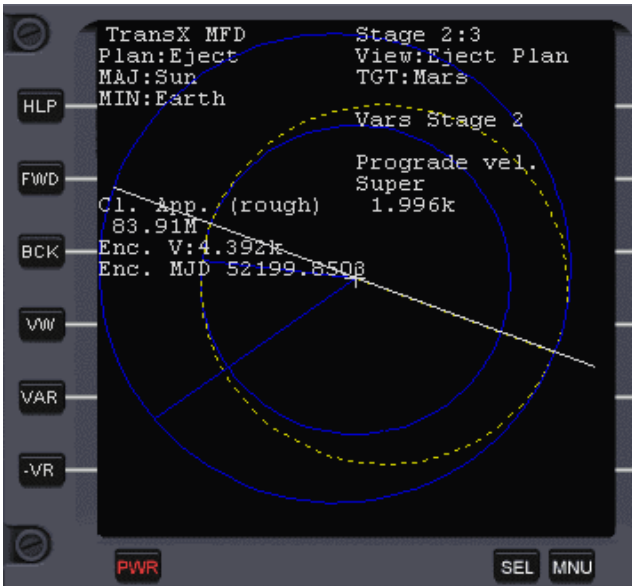
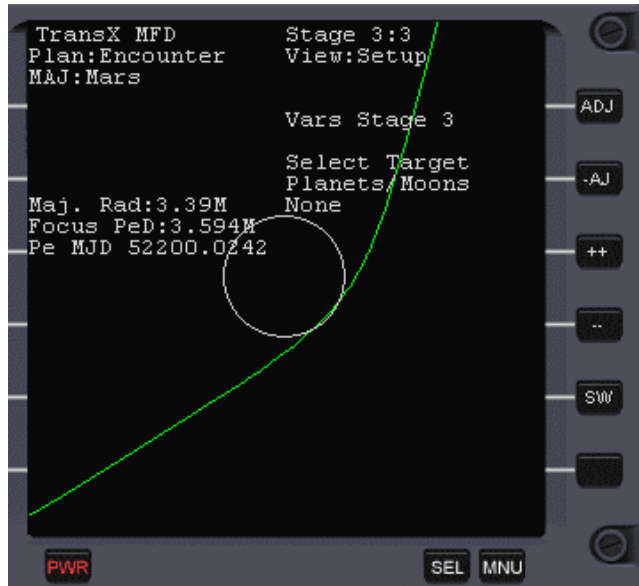


Рис. 6.

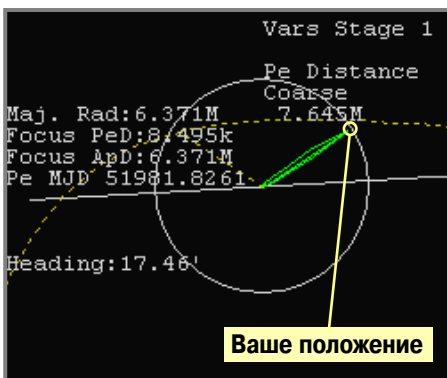


О том, как точно выполнена операция нацеливания, можно судить также из диаграммы в 3 НС, где «центральной телом» выступает Марс (рис. 6).

дания можете использовать и параметр **Outward vel.** Как правило, для достижения приемлемого результата, вам понадобится циклически, несколько раз корректировать все переменные.

По завершению всех вышеописанных процедур, **TransX** должен быть похожим на **рис. 5**.

6.3 Переменные Плана Escape



Представленная диаграмма «снята» с плоскости эклиптики, однако вы, в любое время можете изменить позицию просмотра, задав нужное вам значение переменной **Graph Projection в Разделе **Setup**.**

После того, как вы получили расчетную орбиту во 2 НС, можно вернуться в 1 НС (**BCK, Shift - R**) и скорректировать переменные для Плана **Escape** в Разделе **Escape Plan**.

Желтой пунктирной линией отображается ваша гипотетическая орбита, которую рассчитал **TransX**, используя значения заданные во 2 НС. Серая сплошная линия показывает пересечение вашей текущей орбиты с расчетной (за исключением тех случаев, когда вы находитесь на поверхности планеты). Гипербола, которую вы видите в 1 НС является частью траектории, по которой вы будете следовать к планете-цели.

Раздел **Escape Plan** содержит 3 переменные.

Periapsis distance: (расстояние от центра текущей планеты до периапсиса расчетной орбиты). Чем ниже, тем лучше, но не "чиркать" по атмосфере.

Ej Orientation: переменная позволяет вращать расчетную орбиту вокруг переходного вектора (eject vector). Это линия образованная двумя точками — центром текущей планеты и периапсисом расчетной орбиты, расстояние между которыми равняется **Periapsis distance**.

Equatorial view: включение этой переменной позволит обозревать расчетную орбиту с экваториальной плоскости текущей 'центральной планеты'. Как сказано в оригинальном документе: «в настоящее время, этот вид работает только если центральная планета является также текущей поверхностной ссылкой (так решено в самом Orbiter)». Вероятно это именно та «ссылка», относительно которой включается **MFD Surface**. Однозначно можно утверждать, что если, к примеру вы в данный момент находитесь на орбите Земли (или ее поверхности), то для Марса переменная **Equatorial view** не будет доступна. Этой переменной имеет смысл пользоваться если вы находитесь на низких орбитах, либо на поверхности планеты. Кроме того, она может оказаться полезна при выборе правильного времени для старта с поверхности планеты.

Для каждой расчетной орбиты, **TransX** будет сообщать параметры, необходимые для полета по ее траектории.

6.4 Другие переменные.

Раздел **Setup** содержит еще несколько переменных, которые используются, главным образом, для управления различными параметрами внутренней работы НС. Полный список переменных, не вошедших в нижеследующее описание, будут приведены в главе 10.

Target: уже упоминалась ранее. Используется для установки цели. Также влияет на способ, которым вы покинете текущую НС и перейдете в следующую (имеется в виду набор ситуаций, когда вы либо стартуете и удаляетесь от планеты, либо прибываете к планете, или просто пролетаете рядом используя гравитационный маневр).

Autoplan: когда эта опция включена, **TransX** автоматически подбирает нужный План для данной НС. Планы имеют

собственный набор переменных, и диаграмм. Пока вы не выполнили несколько перелетов, пользуясь модулем **TransX**, лучшим решением будет не отключать этот параметр. Включен по умолчанию.

Intercept with: этот элемент управления показывает, какая орбита взаимодействует с системой нацеливания (Targeting system). Выбранная при помощи данного параметра орбита перейдет в следующую НС, и последующие расчеты **TransX** будет выполнять исходя из этого выбора. Наиболее наглядно действие данного параметра будет описывать ситуация, когда вы используете гравитационный маневр у планеты. В этом случае например, **TransX** будет показывать две гиперболы, одна из которых рисуется зеленой сплошной линией и соответствует траектории, по которой вы будете проходить окрестности планеты исходя из параметров заданных в предыдущей НС. Вторая гипербола, которая нарисована желтой пунктирной линией, показывает требуемую траекторию для достижения следующей планеты. Вот из этих двух орбит вам и будет предстоять сделать выбор, используя параметр **Intercept with**.

Рис. 7.

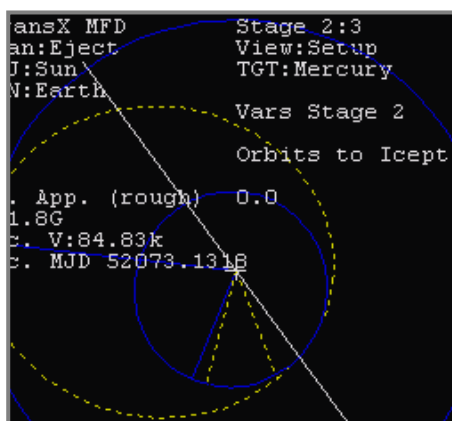
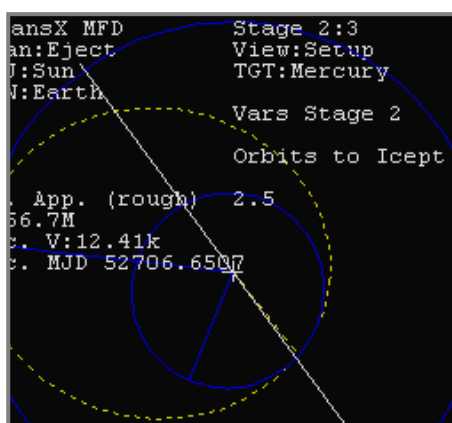


Рис. 8.



Orbits to Intercept: (перехватываемые орбиты) — инструмент аналогичен по своему действию стандартному инструменту Орбитера — **Synchronise**. По умолчанию **TransX** берет в расчет только одну орбиту, двигаясь по которой вы будете пересекать орбиту цели. Если в точке пересечения орбит (вашей и целевой) в запланированный момент времени не окажется космического объекта (**рис. 7**), при помощи этой переменной можно попытаться определить, сколько витков вам понадобится совершить, двигаясь по расчетной орбите, для выхода на конечную траекторию встречи с целью. Т.е. если установить переменную **Orbits to Intercept** равную 2.5 (**рис. 8**), это будет означать, что встреча с планетой-целью произойдет через 2.5 витка (ваших) плюс конечный отрезок пути (т.к. шаг изменения этой переменной 0.5, конечный отрезок может быть как полным витком, так и Гомановским переходом).

Graph projection: меняет позицию просмотра диаграммы.

Scale to view: изменяет масштаб просмотра диаграмм. Данная опция бывает полезной в случае если орбита выбранной цели небольшая.

Advanced: дает полный доступ ко всем переменным **TransX**. Во избежание неразберихи лучше не трогать.

Переменные необходимые для проведения коррекции курса находятся в Разделе

Manoeuvre: Этот раздел содержит переменную **Manoeuvre mode**, которая сейчас отключена.

6.5 Стартуем и покидаем Землю.

План перехода (**Escape**) в Разделе **Escape Plan** содержит ряд элементов, которые должны помочь вам выбрать для старта правильное время и направление. Серая линия показывает, где ваша орбита пересекает расчетную. Когда эта линия совпадет с вашей текущей позицией (ваша позиция отмечена зеленым радиус-вектором), будет означать, что вы находитесь в точке пересечения орбит, соответственно этот момент является наилучшим для старта. На самом деле, наилучшее время для старта будет тогда, когда целевая орбита еще не пересеклась с вашей текущей (из-за собственного вращения Земли), т.е. в момент, когда плоскость вашей орбиты должна проходить чуть западнее расчетной. Для того, чтобы точно прояснить свое местоположение а также взаимное положение целевой и собственной орбиты может оказаться не лишней опция **Equatorial view** в Разделе **Escape Plan** (в этом случае схема сориентирована таким образом, что Северный Полюс оказывается сверху, а экватор проходит через центр).

В то время, когда вы находитесь на поверхности планеты, параметр **Heading** (Раздел **Escape Plan**) показывает направление, в котором необходимо стартовать. Однако нужно понимать, что это направление верно только в строго-определенный момент времени, а именно когда вы находитесь в точке пересечения орбит. Эта переменная также не учитывает вращение Земли, так что не забудьте внести поправку в направление старта (примерно от 1° до 5° западнее).

Как только старт будет произведен, **TransX** заменит параметр **Heading** на **RInc** (relative inclination) — относительное отклонение между вашим космическим кораблем и плоскостью расчетной орбиты. Во время подъема и выхо-

Рис. 9. Целевая орбита пересекает ваше местоположение на поверхности планеты.

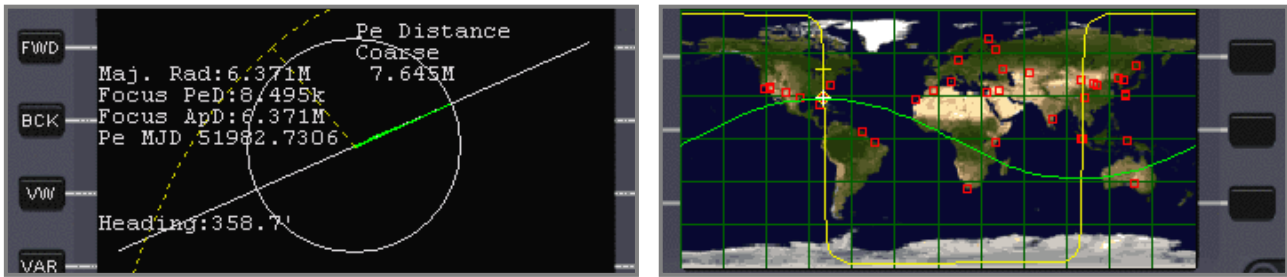
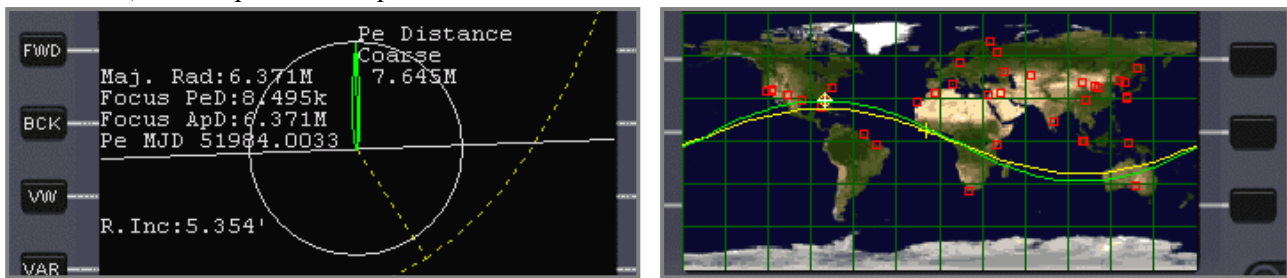


Рис. 10. Целевая орбита не пересекается с вашим местоположением.



Для того, чтобы лучше понять, как ведет себя расчетная орбита по отношению к вашему фактическому местоположению, в ознакомительных целях на требуемую орбиту был выведен другой космический корабль (орбита отображается желтой линией на MFD Mar). Для переменной ответственной за позицию просмотра графика (Graph projection) установлена опция Plan.

Момент времени, в котором были «сняты» вышеприведенные диаграммы, является наилучшим для начала старта.

На второй диаграмме (рис. 10) параметр R.Inc вызван принудительно, путем кратковременного зажигания.

Общая рекомендация: в случае, когда целевая орбита пересекает ваше местоположение, старт производится в направлении на которое указывает параметр Heading (не забудьте поправку на вращение планеты). Когда скорость достигнет порядка 4.5 - 5M (для Земли), маневром рыскания добейтесь минимального значения параметра R.Inc. График при этом должен быть похожим на рис. 10 (радиус-вектор показывающий ваше местоположение, перпендикулярен к линии пересечения орбит).

да на орбиту, переменную **RInc** можно и нужно корректировать (маневром рыскания) таким образом, чтобы в итоге, при выходе на низкую орбиту эта величина была минимальной. Оставшуюся разницу в наклонах орбит можно свести к минимуму в точках их пересечения, на которые указывает серая линия. К сожалению, мне не удалось установить способ, по которому можно быстро определить какая из точек пересечения является Восходящим узлом, а какая Нисходящим. Возможно, это можно узнать, внимательно ознакомившись с диаграммой **Equatorial view**. Пока что, могу посоветовать выполнять минимальное зажигание в точках пересечения орбит, и уже в зависимости от поведения переменной **RInc** производить коррекцию в требуемом направлении.

Еще хочу обратить внимание на то, что далеко не все расчетные орбиты будут пересекать ваше текущее местоположение на поверхности планеты. Чем ближе по своему профилю расчетная орбита к экватору, тем меньше вероятность вашего с ней пересечения. В этом случае, опреде-

лить наилучшее время старта поможет все та же переменная **RInc** (находясь на поверхности планеты ее можно вызвать, давая минимальные импульсы на двигатели или просто приведя в действие клавишей `L` программу `HLevel`). Минимальное значение переменной **RInc** будет означать, что подошло время старта. Направление старта в этом случае должно быть параллельным экваториальной плоскости. Выйдя на орбиту, скорректируйте разницу в наклонах фактической и расчетной орбит в точках их пересечения.

Когда вас будут удовлетворять параметры вашей фактической орбиты, можете приступить к выполнению процедуры межпланетного старта. Для этого, в нужное время и в нужном месте текущей орбиты надо выполнить зажигание на прогрейд. **TransX** для облегчения этой процедуры выдает вам некоторые углы и тайминги, однако точно выполнить эту задачу он не сможет, по той причине, что точное время работы двигателей зависит от типа судна.

Есть несколько вариантов решения этой задачи.

1. Вычислить, как долго нужно давать полное зажигание, и поделить это число на 3. Таким образом вы получите грубую оценку, за сколько секунд до периапсиса нужно давать ускорение.
2. Для получения более точных данных можно сохранить игру до того момента, когда необходимо давать зажигание. Далее, нужно произвести зажигание, основываясь на данных полученных по методу описанном в предыдущем пункте. После этого вы точно определите разницу между Главной полуосью своей фактической орбиты и орбиты расчетной. После этого, вы можете вернуться к ранее сохраненной игре и используя полученные данные произвести зажигание в более подходящий момент времени.
3. В конце концов, можно попробовать точно угадать момент старта. Главное помнить, что вы всегда можете сохранить игру до выполнения маневров, последствия которых могут стать необратимыми.
4. На мой взгляд, самый цивилизованный способ, для определения времени старта, это воспользоваться модулем

Рис. 11. Старт!

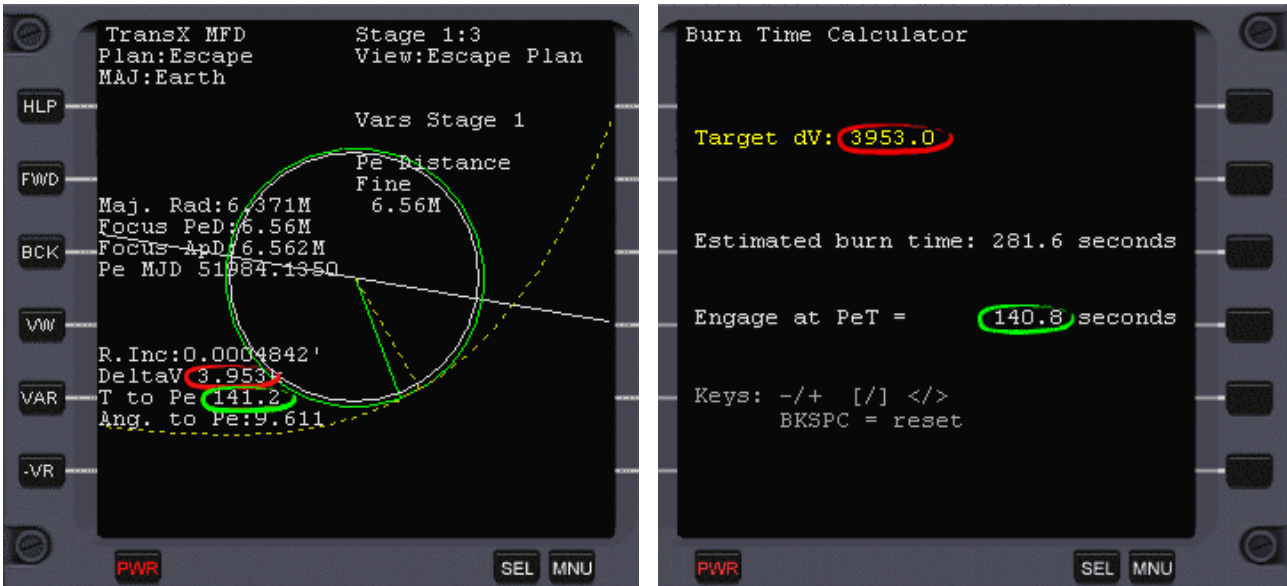
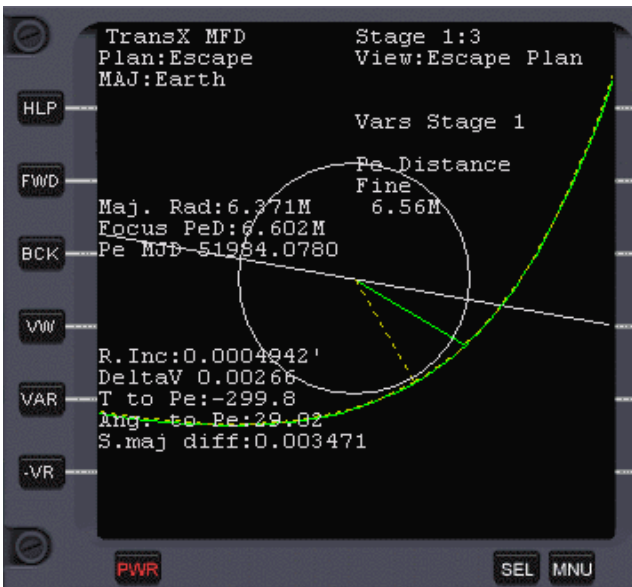


Рис. 12. Разгон завершен.



После отсечки двигателей скорректируйте параметр **S.maj diff**, давая импульс на двигатели в направлении соответствующему вектору скорости **Outward vel.** (т.е. нужно повернуть корабль на 90° - 90° в плоскости фактической орбиты). Фактическую орбиту можно считать удовлетворительной, если значения параметров **R.Inc**, **DeltaV** и **S.maj diff** близки к нулю.

Burn TimeMFD, который в качестве параметра для расчета принимает переменную **DeltaV** и используя несложную аппроксимацию уменьшения массы судна в процессе зажигания, вычисляет параметр **PeT** (время до перицентра), которая соответствует параметру **T to Pe** в **MFD TransX**. Т.е. когда параметр **T to Pe** станет равной по величине **PeT** в **Burn TimeMFD**, необходимо давать зажигание для межпланетного старта. При использовании модуля **Burn TimeMFD** погрешность не превышает 1° (между главными полуосями эллипсов расчетной и фактической орбит).

Некоторые ограничения связанные с использованием модуля **Burn TimeMFD**:

В своих расчетах модуль **Burn TimeMFD** исходит из того, что для выполнения зажигания вы будете использовать главный двигатель.

Дроссель при зажигании должен быть открыт на 100%.

Вы не можете полагаться на точность расчетов этого модуля, при использовании многоступенчатых космических систем, т.е. вы не можете изменять «пустой вес» во время выполнения зажигания.

Время, когда нужно отключать зажигание вам подскажет переменная **DeltaV**, которая будет вести отсчет к нулю. Кроме этого, можно понаблюдать за графиком во 2 НС. Использование любого из этих методов должно помочь отключить двигатели вовремя.

Время старта межпланетного перелета не слишком критично — скажем старт утром и вечером одного и того же дня вполне допустим. (Конечно, все должно быть в пределах здравого смысла, временные рамки могут оказаться и уже, например, в случае с лунами Юпитера).

После того, как последняя ревностно рассчитанная и обмеренная капля горючего упала в камеру сгорания и произошла отсечка двигателей, можно расслабиться до времени, когда нужно будет проводить первую коррекцию курса. Вы будете отдаляться от Земли все дальше и дальше, пройдете орбиту Луны и еще дальше. В конце концов, **TransX** удалит за ненужностью 1 НС и у вас останется опять только одна НС с Солнцем в качестве 'центрального тела'.

7. Режим маневров и коррекция курса.

Как ни старайся с расчетами, а коррекции в большинстве случаев не избежать. **TransX** не учитывает действия гравитации далеких планет, влияние которых скажется со временем на курсе космического корабля (как и влияние планеты-цели). Поэтому возникает необходимость корректировать траекторию.

Для незначительных корректировок курса наиболее удобно использовать двигатели маневра. Однако для корректировки больших отклонений использовать эти двигатели не имеет смысла по причине малой производительности.

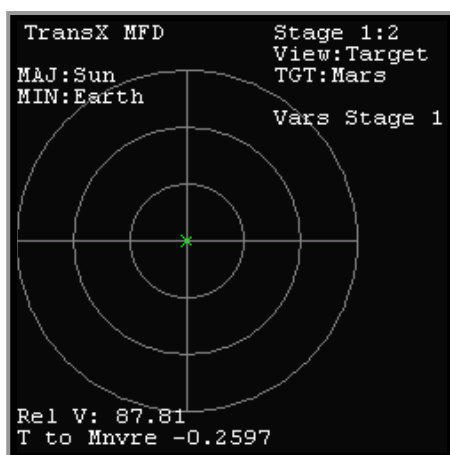
Первый сеанс коррекции курса обычно производится, когда влияние гравитационных полей покинутой планеты будет минимальным. Количество последующих корректировок строго не оговаривается. Главное понимать, что незначительная погрешность в траектории на начальном этапе перелета может привести к большим расхождениям в его заключительной части. Соответственно, чем чаще вы про-

водите коррекцию курса, тем меньшее количество топлива вы затратите в общем. Один из встреченных мною методов заключается в том, что последующую коррекцию мы проводим в середине оставшегося пути (путь между точкой, где проводилась последняя коррекция и целью). Таким образом, постепенно приближаясь к цели, интервалы между корректировками курса уплотняются. От себя могу добавить, что процедуру коррекции (будет описана ниже) утомляет проводить слишком часто. Поэтому я провожу всего 2-4 сеанса коррекции, последний в интервале от 2-х дней до нескольких часов до встречи с планетой.

Для того, чтобы провести коррекцию, вам нужно перейти в Раздел **Manoeuvre** и включить переменную **Manoeuvre mode**. После этого вы будете иметь в своем распоряжении 4 переменные для коррекции курса: **Prograde vel**, **Outward vel**, **Ch plane vel**, **Man. date**. Работа с этими переменными ни чем не отличается от работы с этими же переменными в режиме **Eject**, разница лишь в том, что теперь расчет производится исходя из параметров вашей текущей орбиты, а не параметров орбиты покинутой планеты.

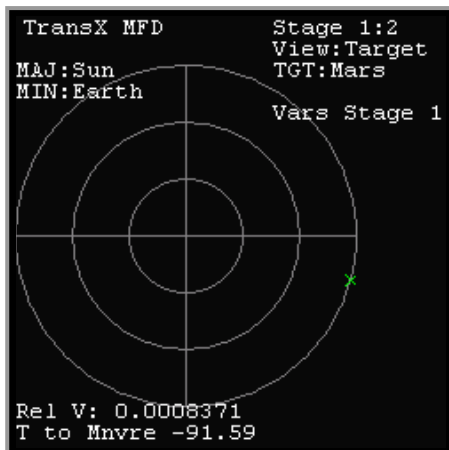
Эффективность ваших действий с переменными маневра будет отражать параметр **Cl. App. Line** (кто забыл — ближайшее приближение к планете-цели). Кроме того, можно создать следующую НС (**FWD - Shift-F**) и в ней наблюдать, как близко вы подойдете к планете исходя из параметров заданных в предыдущей НС. Если же в этой НС выбрать Раздел **Manoeuvre** и нажать **SW (Shift - X)**, у вас появится возможность изменять параметры из предыдущей НС (в этом режиме переключение между параметрами других НС производится так же как и переключение между НС в стандартном режиме — **FWD** и **ВСК** или **Shift-F** и **Shift-R**) и одновременно наблюдать за результатами этих изменений в текущей НС.

Рис. 13. Время начинать маневр.



Как только результаты в Разделе **Manoeuvre** будут вас устраивать, переключитесь на Раздел **Target (VW** или **Shift-W)**. Перед вами мишень (рис. 13), перекрестье которой указывает направление действия главных двигателей космического корабля. Зеленый крестик указывает направление, куда должен быть направлен импульс. Ваша задача загнать непослушный зеленый крестик в центр мишени и давать тягу на двигатели до тех пор, пока **Rel V** не

Рис. 14. Коррекция завершена.



станет как можно более близкой к нулю (рис. 14). После этого маневр коррекции можно считать законченным. Отключите переменную **Manoeuvre mode** в Разделе **Manoeuvre** и сравните полученный результат с ожидаемым (обратить внимание на переменную **Cl. App. Line** в текущей НС, общий вид схемы и переменную **Focus PeD** в следующей НС).

Хочу заметить, что при коррекции курса желательно не избегать использования переменной **Man. date**. Если эта переменная не установлена, **TransX** производит расчет относительно текущего времени. И если это первая коррекция, вы долго возитесь с настройкой параметров, переключаетесь между НС, боритесь за каждый километр — особенно ценный если его скорректировать на начальном этапе, да еще учитывая специфику работы самого модуля **TransX**, с которым работа на нормальной скорости начинает раздражать и вы естественно захотите установить ускорение времени не менее 10x — все это в конечном итоге приводит к тому, что скрупулезно рассчитанные вами данные к самому моменту коррекции успели «устареть», немного конечно, но достаточно для того (особенно, как я уже говорил, если это первый сеанс коррекции), что бы полученный результат отличался от ожидаемого на порядок. Поэтому «подвиньте», переменную **Man. date** немного вперед, примерно на то время, которое вам нужно для расчета. После этого, в разделе **Target** начинайте давать зажигание только в тот момент, когда переменная **T to Mnvre** (время до маневра) станет равной нулю (рис. 13).

Режим маневра можно использовать не только для малых корректировок своей траектории, его можно использовать, в принципе, для изменения параметров орбиты. К примеру использование этого режима является стандартным для трансфера с низкой Земной орбиты к Луне.

Напоследок отметим еще переменную ++ **Updates** доступную при включенной переменной **Manoeuvre mode**. Ее действие сводится к сложению векторов скоростей рассчитанных в нескольких НС в режиме **Manoeuvre**. Т.е. если в 1 НС вы изменили переменную **Prograde vel**, потом такое же действие произвели во 2 НС, при включении переменной ++ **Updates**, во 2 НС вы увидите, что **TransX** теперь учитывает и действие переменной **Prograde vel**, измененной в 1 НС.

8. Сближение с планетой.

Если в процессе вашего сближения с планетой, значение параметра **Offplane Dist** «пересекает» 0 (рис. 15), значит плоскость вашей орбиты более вытянута по отношению к экватору, нежели плоскость, образованная движением выбранной базы на поверхности, в результате вращения планеты. Это значит, что после выполнения торможения, вы будете иметь орбиту, пройдя по которой N-е количество витков ваша траектория пересечет местоположение интересующей базы на поверхности.

Кроме того, судить о том, пересекается ли ваша орбита с базой, поможет схема «снятая» перпендикулярно плоскости вашей текущей орбиты (на рис. 15 для переменной **Graph Projction** установлено значение **Focus**). В этом случае, если желтая пунктирная линия (радиус вектор между центром планеты и базой на поверхности) пересекает планетарную окружность, также можно говорить, что после выхода на круговую орбиту вокруг планеты вы будут иметь траекторию, которая пересекается с местоположением базы.

Лучший способ рассчитать траекторию подхода к планете — создать новую НС.

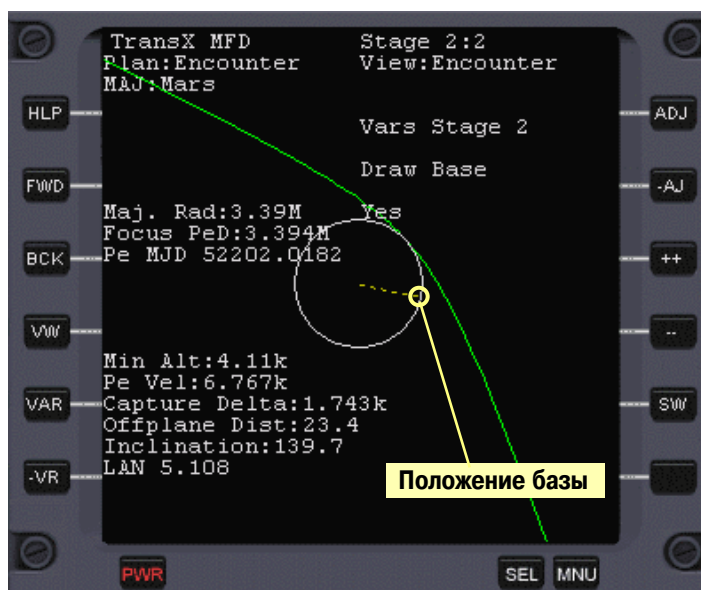
Когда в Разделе **Setup** переменной **Select Target** будет присвоена цель — планета Марс, вы можете сразу создать НС где Марс будет выступать в роли 'центрального тела'.

Графическая схема, которую вы увидите в новой НС рассчитывается исходя из гравитационных характеристик 'центрального тела', а также параметров движения космического корабля в его окрестностях.

Для того, чтобы получить информацию о процессе сближения переключитесь на Раздел **Encounter** (сближение). Здесь вы можете увидеть любую базу на поверхности (если таковая была выбрана в **Map MFD**), оценить характер траектории, а именно насколько велико расхождение между этой траекторией и выбранным объектом на поверхности. (Заметьте, что планетарное вращение не учитывается, т.к. Орбитеру не хватает нескольких функций, чтобы вернуть такую информацию).

В то время, пока вы занимаетесь изучением данной графической схемы, можно настроить собственную траекторию, что позволит выйти к цели со своими, скорректированными параметрами полета.

Рис. 15. Сближение с планетой Марс.



9. Гравитационные маневры (Slingshots).

Перелет с использованием гравитационного маневра более сложен, нежели стандартный трансфер от планеты к планете. Совет: для начала хорошо освоите перелеты к ближайшим планетам по маршруту Земля-Марс, или Земля-Венера. Это даст вам необходимые навыки, которые не будут лишними при осуществлении более сложных перелетов, с использованием активных гравитационных маневров.

Для того чтобы реализовать перелет с использованием гравитационного маневра и получить нужную вам траекторию используя гравитационные силы, например такой планеты, как Юпитер, нужно следовать следующим указаниям:

1. Во 2 НС, переменной **Select Target** присвойте значение **Jupiter**, и создайте новую НС (**FWD** или **Shift-F**)
2. В новой НС, переменной **Select Target** нужно присвоить значение **Escape**. Далее опять создаем следующую НС.

Проделанные только что вами операции создают необходимые для выполнения гравитационного маневра НС. Если включена переменная **Autoplane**, **TransX** создаст два новых Плана — **Slingshot** в НС Юпитера и **Sling Direct** в следующей НС. Необходимый вам набор переменных находится в последней НС в Разделе **Sling Direct**.

9.1 Переменные Плана Sling Direct.

Процесс попадания при гравитационных маневрах в принципе аналогичен процессу, при котором вы покидаете планету. Главное отличие состоит в том, что в процессе прохождения планеты вы можете не изменять свою скорость (т.е. обойтись гравитационными характеристиками планеты, не используя двигатели). По умолчанию, траектория при гравитационном маневре будет направлена по прогред-вектору.

Обратите внимание, если планета, которую вы выбрали на роль гравитационного трамплина, не достаточно массивна, она не сможет «провернуть» вашу орбиту на сколь угодно существенный угол. Может также сложиться ситуация, когда **TransX**, исходя из ваших требований, повернет расчетную орбиту на нужный угол, однако после этого траектория будет проходить ниже поверхности планеты, которую вы используете как гравитационный трамплин. Такая орбита не имеет смысла. Раздел **Sling Direct** в Плате **Sling Direct** содержит коэффициент **Pe/Pl Rad**: (отношение расстояния до периапсиса к радиусу планеты), который подскажет вам, возможно ли использовать данную планету для требуемого гравитационного маневра. Если этот коэффициент больше 1 — гравитационный маневр возможен, если меньше, тогда планета, к сожалению не обладает достаточной массой для совершения такого маневра.

Переменные, которые задействованы в Плате **Sling Direct**:

Outward angle: (внешний угол). При увеличении значения этой переменной, направление траектории, при гравитационном маневре, изменяется в наружную сторону от прогнейд-вектора, которому в свою очередь, соответствует угол равный 0° . Установив этот угол равный 180° траектория гравитационного маневра будет совпадать ретрогнейд-вектором. Отрицательные значения этого угла изменяют траекторию во внутреннюю сторону, в направлении к прогнейд-вектору.

Inc. Angle: угол между орбитальной плоскостью, по которой проходит планета и новым направлением.

Inherit vel: (наследуемая скорость). Ваша скорость унаследованная для расчетов из предыдущей НС. По умолчанию она должна быть унаследована.

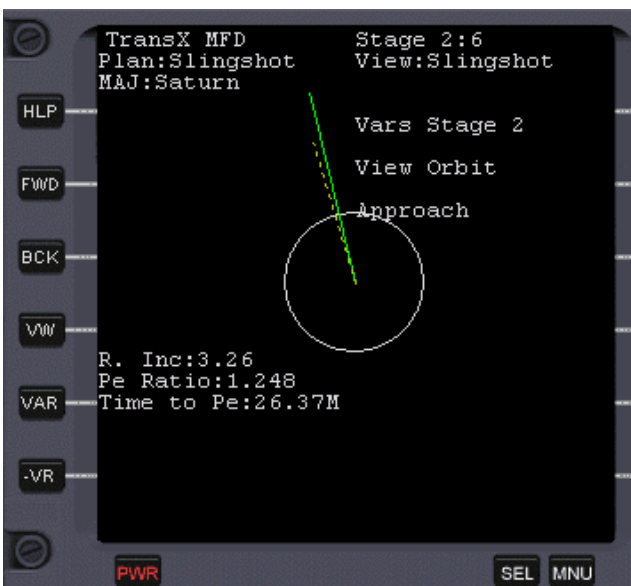
Velocity: переменная устанавливает скорость, с которой вы будете покидать планету. Если эта переменная будет вами корректироваться, **TransX** в своих расчетах будет руководствоваться следующим правилом — вы будете увеличивать скорость в точке, где эффект от работы двигателей максимальный, а именно в периапсисе орбиты.

Отрегулируйте эти переменные так, как вам необходимо.

Как это делается?

Нужно запомнить, что все необходимые переменные для расчета гравитационного маневра находятся в НС с Планом **Sling Direct**, а диаграмма и необходимые параметры, по которым производится выравнивание траекторий, находятся в НС с Планом **Slingshot** (рис. 16). Поэтому, наилучшим решением будет вызов необходимых переменных из НС с Планом **Sling Direct**, в НС с Планом **Slingshot**. Для этого вам необходимо переключиться в НС с Планом **Slingshot**, в Раздел **Slingshot** и нажав **SW (Shift -X)** включить режим (рис. 17), при котором вы сможете вызвать список переменных из НС с планом **Sling Direct**, наблюдая при этом за поведением диаграммы и параметров в текущей НС. (Переключение между переменными из других НС, осуществляется также, как и переключение между НС в обычном режиме). После того, как вы сравните между собой расчетную и фактическую орбиты (рис. 17), нажав **SW (Shift -X)** перейдите обратно в нормальный режим. Следует также отметить, что если НС с Планом **Slingshot** предшествует НС в которой нет Плана **Sling Direct** (1 НС), то переменные для выравнивания траектории берутся из Раздела **Manoeuvre**. После этого, нужно выполнить обычную коррекцию при помощи раздела **Target**.

Рис. 16. Расчетная и фактическая орбиты не совпадают. Необходима корректировка.



Еще одно замечание: время, соответствующее моменту, когда вы покидаете планету, как и время, когда вы подойдете к планете на минимальное расстояние (расстояние до периапсиса) — не регулируется.

9.2 План гравитационного маневра (Slingshot plan).

Большая часть параметров при выполнении гравитационного маневра задается до, или после текущей НС. Эта же НС служит главным образом для того, чтобы вы могли сравнить фактическую орбиту (показана зеленой линией) с расчетной (желтая линия).

Чтобы получить оптимальную траекторию при гравитационном маневре необходимо выравнивать две линии в Разделе **Slingshot**. Судить о том, насколько точно совпала ваша фактическая орбита с расчетной, помогут коэффициенты **Pe Ratio** (коэффициент расстояний из центра планеты) — должен быть равен 1, и относительное отклонение **RInc** — должно быть нулевым.

Рис. 17. Процедура выравнивания расчетной и фактической орбит завершена.

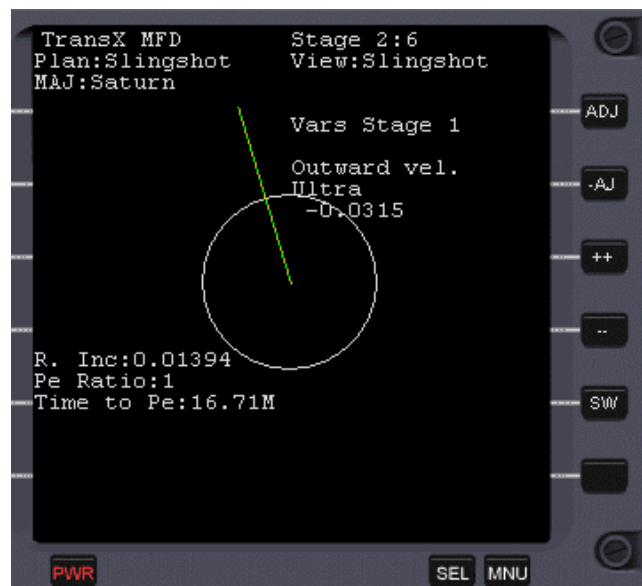
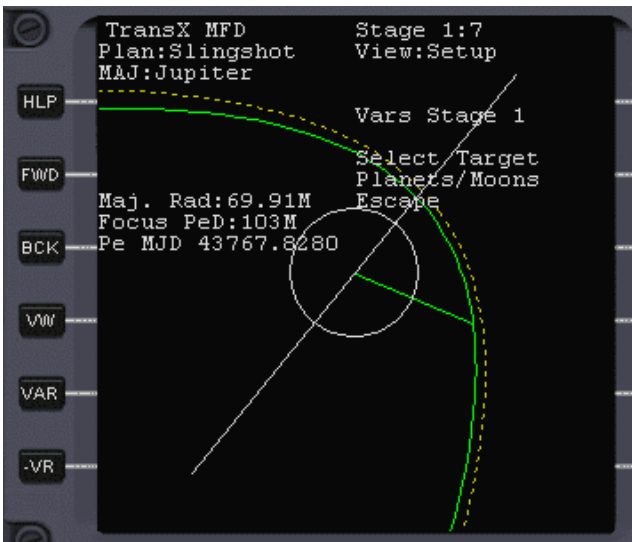


Рис. 18. Отклонение между орбитами.

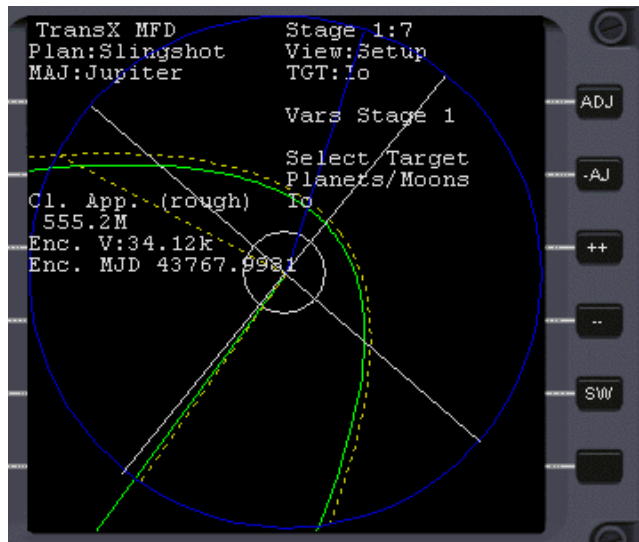


Чем массивнее планета, тем раньше TransX удалит НС, которая содержит План Eject. После этого, 1 НС, содержащая План Slingshot, при установленном значении Escape для переменной Select Target, не будет давать сколько-нибудь полезной информации, вплоть до того момента, пока вы не окажетесь в непосредственной близости от планеты. Вот тут вы и обнаружите, что с момента последней коррекции ваша траектория успела отклониться от расчетной, на величину тем большую, чем более массивна планета (рис 18).

Как бороться?

Для начала нужно скорректировать корабль в направлении соответствующему положительным значениям вектора скорости Outward Vel. Для этого в режиме Manoeuvre Mode задайте любое положительное значение переменной Outward Vel. Перейдите в раздел Target и скорректируйте соответствующим образом корабль. После этого отключите режим Manoeuvre Mode. Далее необходимо увеличить масштаб просмотра диаграммы в точке сближения с планетой. Это можно сделать, установив для переменной Scale to View значение Target и выбрав для переменной Select Target какой либо из спутников планеты с низкой орбитой (рис. 19). После этого, у вас появится возможность несколькими импульсами сравнять траектории. В обязательном порядке, до переключения между НС, необходимо вернуть переменной Select Target значение Escape!

Рис. 19. Как можно увидеть расхождение.

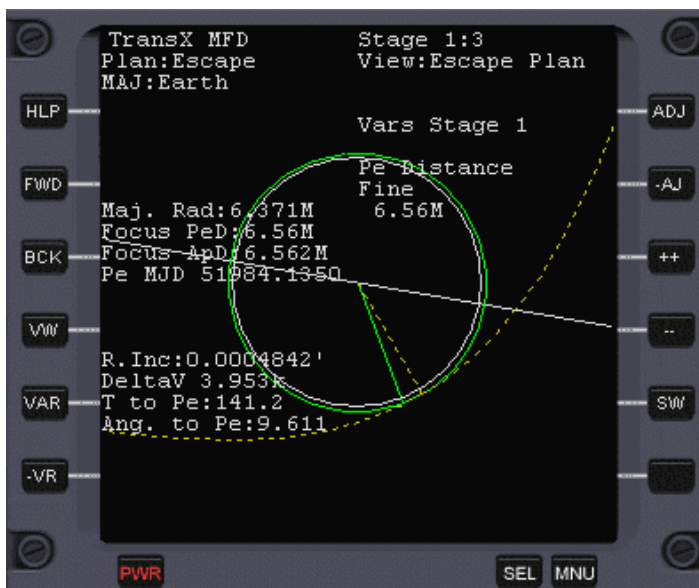


Устанавливать параметры гравитационного маневра лучше всего задолго до точки, где вы начнете покидать планету. По мере приближения к планете, предполагаемая траектория будет «гулять» все меньше и меньше, однако, если долго откладывать маневр коррекции, на завершающем этапе приближения к планете, для того чтобы откорректировать «накопившуюся» погрешность может понадобиться топлива на порядок больше. Следовательно, идеальным решением будет последовательная серия корректирующих маневров, по мере приближения к планете. Например, в случае с Юпитером, начало корректировок траектории имеет смысл производить, находясь в нескольких AU (астрономических единицах) от планеты. Когда вы войдете в сферу влияния Юпитера, корректировать что-либо будет поздно, по причине огромного расхода топлива требуемого даже для незначительных изменений.

Осталась упомянуть одну (и единственную) переменную в Разделе Slingshot — переменная View Orbit. Она позволит вам установить, какую часть траектории — сближение с планетой или удаление от нее (траектория до периапсиса и после него) вы хотите просмотреть.

10. Параметры.

10.1 Параметры Плана Escape.



Этот План показывает информацию, которая помогает прицеливаться в пространстве и содержит диаграммы, на которых отражен ваш маршрут, в локации, где вы покидаете планету.

Желтой линией показана гиперболическая орбита, следуя по которой вы покидаете Землю в запланированном вами направлении. Большинство параметров определяющих текущую орбиту, устанавливаются в следующей НС.

Maj. Rad: радиус основного тела (major body). Основное тело является 'центральным телом' (на диаграмме Земля).

Focus PeD и **Focus ApD:** периапсис и апоапсис орбиты. Пока производится взлет, **PeD** будет постепенно подниматься от внутренней стороны планеты. Как только **PeD** станет больше **Maj. Rad**, считайте что вы на орбите (не забудьте учесть атмосферу).

Pe MJD: показывает время до того момента, когда будет достигнут периапсис вашей текущей орбиты (не путать с **T to Pe** — временем до периапсиса расчетной орбиты). Эта переменная мало полезна при выполнении дальних перелетов, но может быть востребована при путешествиях вблизи центрального тела.

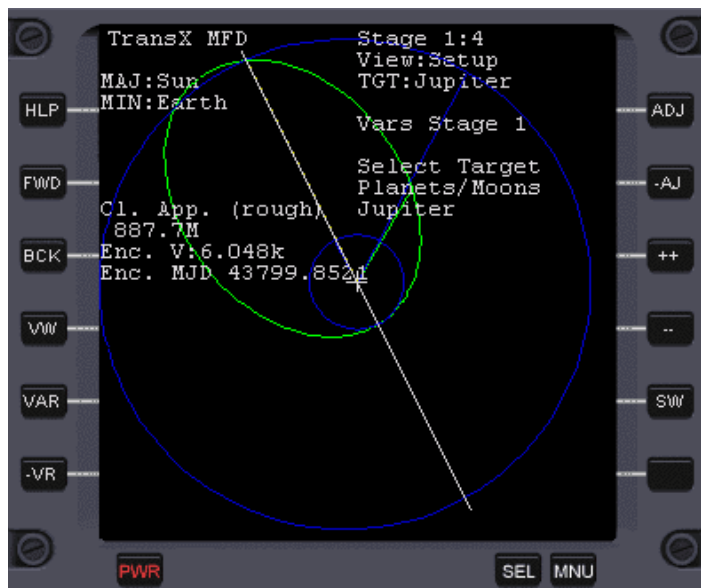
R.Inc.: показывает относительное отклонение между плоскостью запланированной переходной орбиты и плоскостью текущей орбиты.

Delta V: остаток скорости. Это скорость, которую необходимо приобрести, чтобы покинуть текущее 'центральное тело'. (Заметьте, что это исключительно энергетическое вычисление ни как не связанное с направлением действия этой энергии.)

T to Pe: время в секундах до периапсиса. Может быть полезным в определении момента времени для межпланетного старта, приблизительно 1/3 rd от общего времени зажигания. Полученный результат, есть время до **Pe**, когда нужно начинать давать тягу.

Ang. To Pe: угол между текущей позицией корабля и спланированным периапсисом.

10.2 Параметры Плана Eject.



Этот План обычно используется для настройки вашего отправление со стартовой планеты. На диаграмме название этой планеты присутствует в Параметре **MIN** ('Minor planet' — 'незначительная планета')

Остальные параметры:

Cl. App: ближайшее приближение (дается приблизительно). Грубая оценка того, насколько близко вы пройдете по запланированной траектории от нужной планеты, исходя из установленных параметров. Эта переменная не учитывает гравитацию планеты-цели, поэтому фактическая траектория будет проходить ближе к планете, нежели расчетная траектория.

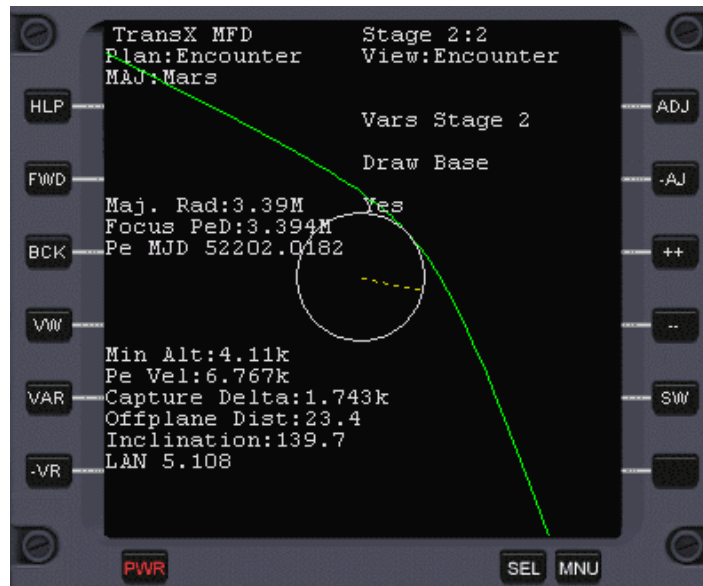
Для того, чтобы набор траекторий, переходящий от одной НС к следующей был полным, вы должны также получить траекторию уже в сфере влияния планеты (или луны). Величина изменения спланированной траектории из-за влияния гравитационных сил колеблется в зависимости от ситуации. Однозначно можно сказать лишь то, что для больших планет такие изменения будут большими, нежели для малых. Соответственно задача состоит в том, чтобы свести к минимуму такие изменения и получить как можно более близкую, к спланированной орбиту. Для тонкого маневрирования можно воспользоваться следующей НС, в которой будет показана локация вблизи планеты-цели и ваша траектория на ней.

Enc V: показывает разницу в скорости между целью и кораблем в ближайшем приближении. Эта переменная также не принимает во внимание гравитационные силы планеты, которые могут сделать эту разницу большей.

Enc MJD: время выхода к цели. Хотя эта переменная также не учитывает воздействие гравитации, но в большинстве случаев дает довольно точный результат. Тем не менее, еще не известно, как она поведет себя в случае с массивными планетами.

Система нацеливания создает две желтые линии и одну серую. Две желтые линии показывают сближение корабля с целью. Они должны быть скорректированы таким образом, чтобы их вершины, указывающее на положение корабля и цели, совпадали. Серая линия показывает пересечение орбитальных плоскостей (вашей орбиты и орбиты цели). Результат нацеливания можно считать приемлемым, когда все три линии совпадут.

10.3 Параметры Плана Encounter.



Этот План, исходя из параметров вашего полета, дает информацию о том, где именно проходит траектория в окрестностях планеты.

Желтая линия указывает местоположение базы выбранной в MFD Мар на поверхности планеты (луны).

Min Alt: показывает минимальную высоту над планетарной поверхностью.

Pe Vel: показывает скорость в периапсисе.

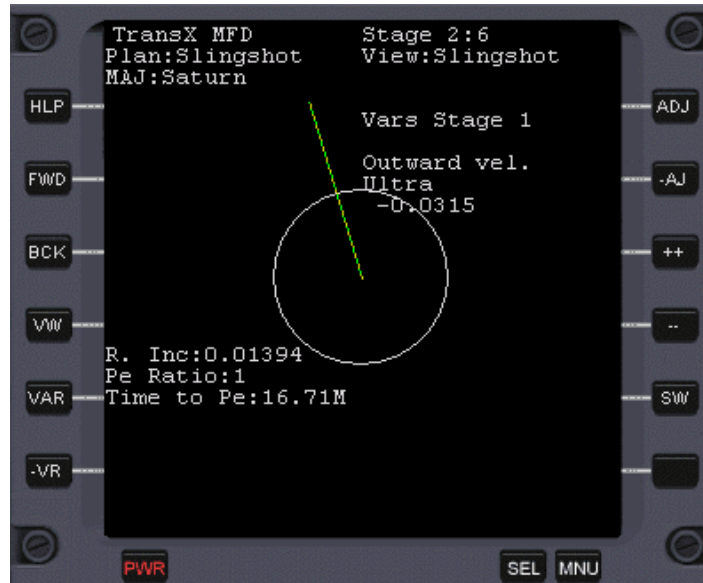
Capture Delta: дает сумму уменьшения скорости, которая необходима для того, чтобы орбита стала эллиптической относительно цели (стать спутником).

Offplane dist: переменная показывает, насколько база на поверхности планеты удалена от плоскости вашей орбиты.

Inclination и **LAN:** стандартные орбитальные параметры, которые можно найти в других MFD Орбитера (**LAN** — долгота проекции оси вращения на плоскость текущей планеты).

Если ваша орбита действительно «перехватывает» планету переменная «минимальная высота» (**Min Alt**) заменяется на "**L.site to Base**" — оценкой расстояния между местом посадки и планетарной базой. Эта оценка основана на параметрах вашей текущей орбиты.

10.4 Параметры Плана Slingshot.



План **Slingshot** должен помочь вам выровнять траекторию гравитационного маневра. На схеме показана такая траектория, использующая Сатурн в качестве гравитационного трамплина.

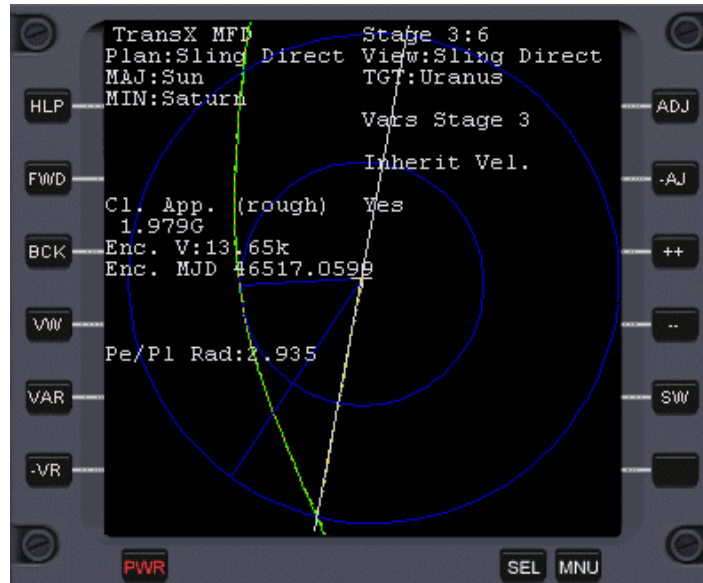
Вы должны выровнять траектории, пока предыдущая НС не была удалена. Как вы можете видеть, на диаграмме, это вторая НС из шести и в это время космический корабль находится еще в нескольких АУ от планеты.

Чтобы установить правильную траекторию гравитационного маневра, нужно чтобы зеленая и желтая линии совпали (в данном случае они уже выровнены). Эти две линии отображают фактический периапсис (зеленая линия) и требуемый (желтая). **R. Inc** показывает относительное отклонение между орбитами (фактическая/требуемая).

Pe Ratio: коэффициент длин двух периапсис линий. Чтобы установить правильные параметры для гравитационного маневра, значение **R. Inc** должно быть приближено к 0, а **Pe Ratio** к 1.

Time to Pe: (время до периапсиса) отсчитывает время в секундах, пока не будет пройден периапсис.

10.5 Параметры Плана Sling Direct.



Этот План находится в следующей НС (по отношению к НС, содержащий раздел **Slingshot**). В данном случае показана траектория направленная к Урану, которую мы будем иметь в результате гравитационного маневра, спланированного относительно Сатурна в предыдущей НС.

Для определения пути от планеты, в данном случае используются радиальные координаты. Также имеется дополнительный параметр — **Pe/P1 Rad**, который показывает отношение расстояния до периапсиса, для планеты используемой в качестве гравитационного трамплина, к радиусу этой планеты. Если это число меньше 1, значит траектория, образуемая в результате гравитационного маневра проходит ниже поверхности планеты. Следовательно, планета слишком мала для того, чтобы проводить в ее зоне влияния, требуемый гравитационный маневр.

Траектория (и скорость), которые вы установите в этом Разделе, **TransX** отразит в предыдущей НС.

11. FAQ.

Q: Какой способ будет самым эффективным, чтобы используя TransX попасть на Луну?

A: Выровняйте плоскости вашей и лунной орбиты используя стандартные инструменты Орбитера. В Разделе **Setup** установите цель Moon. Затем используйте инструмент **Manoeuvre**, для создания вытянутого эллипса направленного к Луне, выберите время для старта и дайте зажигание на прогрейд.

В данном случае временной параметр должен быть установлен очень точно. Перед установкой времени зажигания установите чувствительность вплоть до Super.

Общая рекомендация, не пользоваться диаграммами **MFD TransX** для маневров в данном случае. Вместо этого пользуйтесь полученной орбитой из стандартного набора инструментов Орбитера (например **MFD Orbit**).

Q: Как попасть на внутренние планеты?

A: Установите отрицательную прогрейд скорость в Плане **Eject** во второй НС.

Q: Как вернуться с Луны?

A: В зависимости от ситуации. Если вы используете стандартный космический корабль, находящийся на поверхности, просто установите цель в положение **Escape** и, используя инструменты Планов **Eject** и **Escape** установите орбиту возвращения на Землю.

Если Вы находитесь в "Аполоне", используйте инструмент **Manoeuvre** для установки зажигания в НС 1, а не в Плане **Eject** второй НС. Далее, уменьшая чувствительность, как можно точнее подобрать момент старта и длительность зажигания, пока не получится орбита пригодная к возвращению на Землю.

Q: Как составить набор из сложных гравитационных маневров, подобно миссии Voyager?

A: Главное в этом случае точная синхронизация. Подход к планете в неправильное время сведет на нет пользу, которую вы собирались извлечь из гравитационного маневра! Следовательно, нужно тщательно проанализировать пере-

сечение временных координат еще до старта. Несмотря, на большое кол-во навигационных сцен, требуемых для планирования сценариев аналогичных миссии Вояджер, спланировать весь путь как можно более точно нужно еще до старта.

Q: Почему не получается установить несложные схемы гравитационных маневров во внутренней части солнечной системы?

A: Потому что на самом деле **TransX** не имеет полного набора инструментов, для выполнения подобных расчетов. Полезные траектории во внутренней части Солнечной системы можно получить, если провести не одну, а несколько встреч с планетой, используемой в качестве гравитационного трамплина. Тогда, используя резонансный эффект, вы приобретете скорость, достаточную, для совершения интересных путешествий (в большинстве случаев, такой маршрут делится на 3 промежуточные орбиты которые выводят корабль к 4 целевым орбитам где совершаются очередные гравитационные маневры). Однако это не исключает возможность повторить путь аналогичный тому, который проделал космический аппарат «Маринер-10», маршрут которого был спланирован таким образом, что получив приращение скорости в гравитационном поле Венеры, он был направлен к Меркурию.

Оставшиеся переменные для Раздела Setup не попавшие в описание.

Plan type: переменная доступна только в режиме **Advanced**. Позволяет выбрать тип Плана в ручную. По умолчанию переменная всегда выбрана.

Plan: этот режим зависит от режима **Plan type**. Доступные на данный момент Планы: **Eject**, **Sling Direct**, **Escape**, **Encounter** и **Slingshot**. Другие планы будут разрабатываться со временем. Если опция **Autoplan** отключена, много Планов вы не увидите. Новый План создается одновременно с созданием новой НС. План может быть изменен, в зависимости от установки переменной **Select Target**.

Select minor: позволяет выбрать 'незначительное тело' ('minor body'). По умолчанию выбрано. Устанавливается только из режима **Advanced**.

12. Помимо сказанного...

Если вы изменяете цель в НС, когда уже имеются созданные НС следующие за этой, то любая попытка перейти далее, к следующим НС вызовет их удаление. Вместо них, будет создана только одна НС с корректной целью.

Максимально возможное количество НС, которые можно создать — 99.

Stop&Go вечный май 2004