

Описание принципа работы и инструкция по использованию программы Thermocompass (Термокомпасс) на основе навигатора Holux FunTrek 130

История:

Впервые эффекты горизонтальных турбулентных микровозмущений были обнаружены в 2008 году при создании математических моделей термических потоков для симулятора парашюта DemoFly. Дальнейшие исследования и статистический анализ реальных треков базы полетов Леонардо позволили найти однозначную корреляционную зависимость между мгновенными динамическими значениями полета парашюта и объемной моделью термических потоков. Иными словами: при пролете парашюта через периферийную зону термического потока возможно с достаточно большой точностью измерить направление и расстояние до эпицентра этих горизонтальных микро возмущений. Еще одно замечательное свойство этого эффекта в том, что другие потоки воздушных масс, такие например как нисходящие потоки не создают этого эффекта. Измерить параметры полей горизонтальных турбулентных микровозмущений на дальних расстояниях удалось с помощью акселерометра, а вблизи термика хватит даже чувствительности GPS модуля.

Также были проведены исследования траекторий термических потоков (объемной формы) в зависимости от силы и направления ветра, высоты, вертикальной скорости подъема и температурного градиента. Получена универсальная формула траектории термиков. Говоря иначе - зная координаты и высоту полета всегда можно найти точку с подветренной стороны, которая движется вслед за парашютом по поверхности планеты и которая при совмещении с потенциальным триггером гарантирует термик в радиусе 100 -300 метров.

2. Принцип и основные режимы работы.

Программа Thermocompass предусматривает три режима поиска термических потоков.

- Первый режим обеспечивает выбор оптимального направления полета над зонами, наиболее насыщенными потенциальными триггерами термиков. Основан на прогнозировании термической активности. Исходными данными являются карты термической активности, которые рассчитываются перед полетом с помощью и при необходимости отдельной утилитой PreFlightEditor.

- Второй режим в реальном времени анализирует параметры полета парашюта, математически отфильтровывает случайные всплески турбулентности и указывает на ближайший самый мощный источник возмущений - ближайший термик. Основан на измерениях параметров полета.

- Третий режим основан на способности прибора измерять направление и силу ветра в прямолинейном полете. По отклонениям мгновенного ветра от метеоветра возможно найти мощные термики на переходах.

3. Меню программы и работа прибора

При запуске программы появляется главное (Рис.1) меню. Если программа не зарегистрирована - работает только одна кнопка "Exit"

3.1 Главное меню.



1. "About" - Версия программы и контакты.

2. "Setup" - настройка приемника GPS.

3. "Simulator" - меню симулятора, просмотр работы прибора в режиме проигрывания трека. (Необходимо загрузить файл трека.)

4. "Exit" - выход из программы.

5. "Flight" - переход к меню полета.

Рис.1 Главное меню

Примечательно, что прибор не требует никаких дополнительных настроек от пользователя и работает сразу после включения.

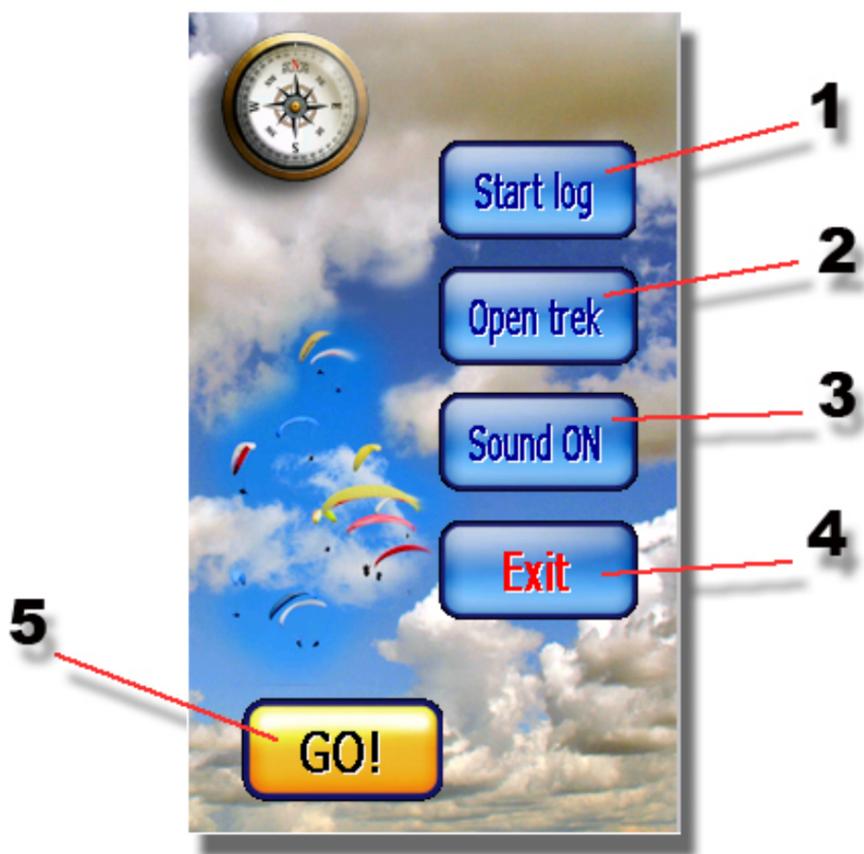


Рис.2 Меню в режиме симулятора

3.2 Меню режима "Симулятор"

1. "Start log" - запись трека в IGC файл.
2. "Open trek" - загрузить файл трека.
3. "Sound ON" / "Sound OFF" -включение и звуковых эффектов.
5. "GO!" - просмотр трека в реальном времени.

3.3 Экранное управление



Рис.3 Экранное управление

Экранное управление используется в режимах "Симулятор" или "Полет" для управление программой нажатием на соответствующую область экрана с помощью виртуальных кнопок (s0-s8) рис.3

Для различных экранов каждая кнопка имеет свою функцию.

Только кнопки s3,s4,s5 имеют общее назначения для всех экранов:

Кнопка s3 - переключение экрана назад.

Кнопка s4 - возврат в меню.

Кнопка s5 - переключение экрана вперед.

3.2 Меню режима "Полет"



1. "Start log" - запись трека в IGC файл.
2. "Calibrate" - опция пока не используется.
3. "Sound ON" / "Sound OFF" -включение и звуковых эффектов (бипера термокомпаса при обнаружении термического потока)
- 4 "Exit" -возврат в главное меню.
5. "GO!" - переход с полетный режим.

Режим "Полет" и режим "Симулятор" имеют одинаковый набор заставок для отображения полетной информации - экранов. Переключение между экранами осуществляется по циклу с помощью кнопок экранного управления S3 и S5. Выход из любого экрана в меню при нажатии на центр экрана (кнопка экранного управления S4).



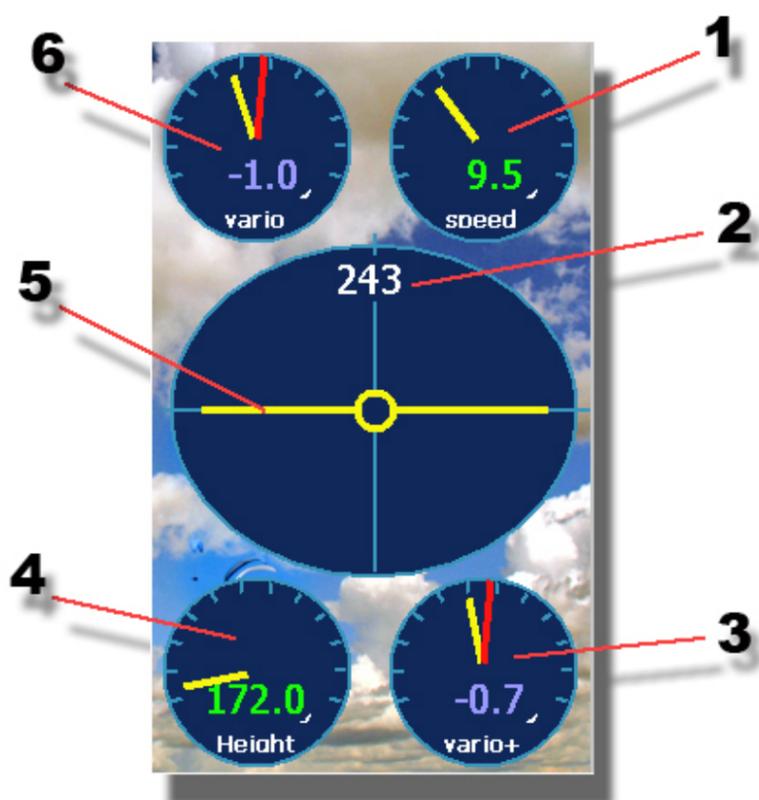


Рис.4 Экран индикаторов.

3.4 Экран индикаторов

- 1 - Горизонтальная скорость GPS
- 2 - Текущее направление полета.
- 3 - GPS вариометр с усреднением одна минута.
- 4 - Высота по GPS в метрах.
- 5 - Авиагоризонт
- 6 - GPS вариометр.

Экранное управление:

- s3 - переключение на предыдущий экран.
- s4 - возврат в меню.
- s5 - переключение на следующий экран.
- s0 - обнуление (юстировка) датчика горизонта.

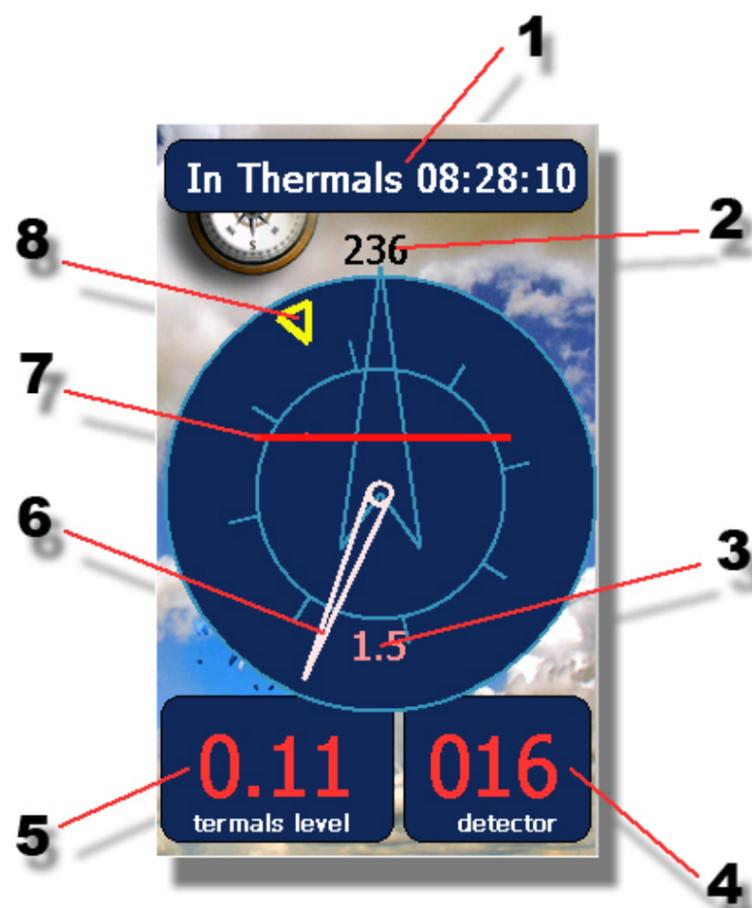


Рис.5 Экран термосомпаса, поиск термического потока.

3.5 Экран Термокомпаса

- 1 - Текущее время и комментарии.
- 2 - Направление полета в градусах
- 3 - Уровень GPS вариометра (ниже центра экрана - "вниз", выше - "вверх")
- 4 - Чувствительность детектора. При прямолинейном полете чувствительность падает до 10-15%
- 5 - Уровень термичности.
- 6 - Указатель направления термокомпаса.
- 8 - Направление ветра (куда дует ветер).

Экранное управление:

- s3 - переключение на предыдущий экран.
- s4 - возврат в меню.
- s5 - переключение на следующий экран.

7 - GPS вариометр (дублирует поз.4)

При поиске термика, указатель термокомпаса в виде стрелки (п.6 рис.5)

Совет: Для эффективного поиска потоков старайся поддерживать уровень детектора (п.4 рис.5) не ниже 40%. **Прямолинейный полет уменьшает чувствительность детектора и снижает вероятность обнаружения термиков.** Одна-две плоских спирали или "змейка" позволят Вам увеличить радиус исследуемой зоны и обнаружить даже слабые потоки.

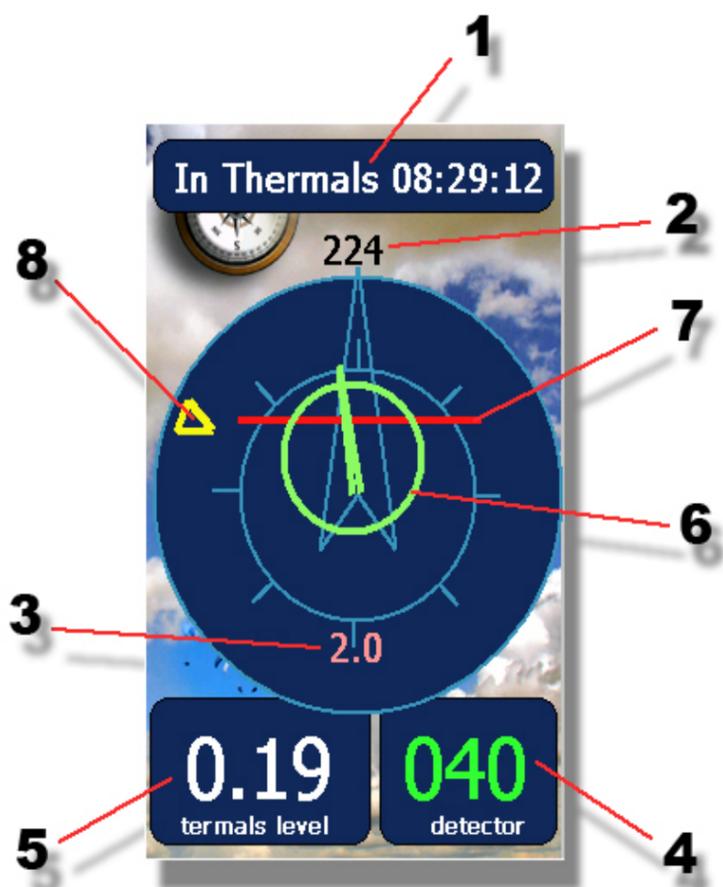


Рис.6 Экран Термокомпаса в режиме центровки потока

В термическом потоке стрелка указателя Термокомпаса в виде окружности изменяет цвет на зеленый и показывает не только направление но и расположение пилота относительно центра потока. Для оптимальной центровки угол между направлением полета и стрелкой Термокомпаса должен быть ± 60 град. Чем шире спираль - тем меньше этот угол.

Экранное управление:

- s3 - переключение на предыдущий экран.
- s4 - возврат в меню.
- s5 - переключение на следующий экран.

3.6 Экран параметров полета (Рис.7)

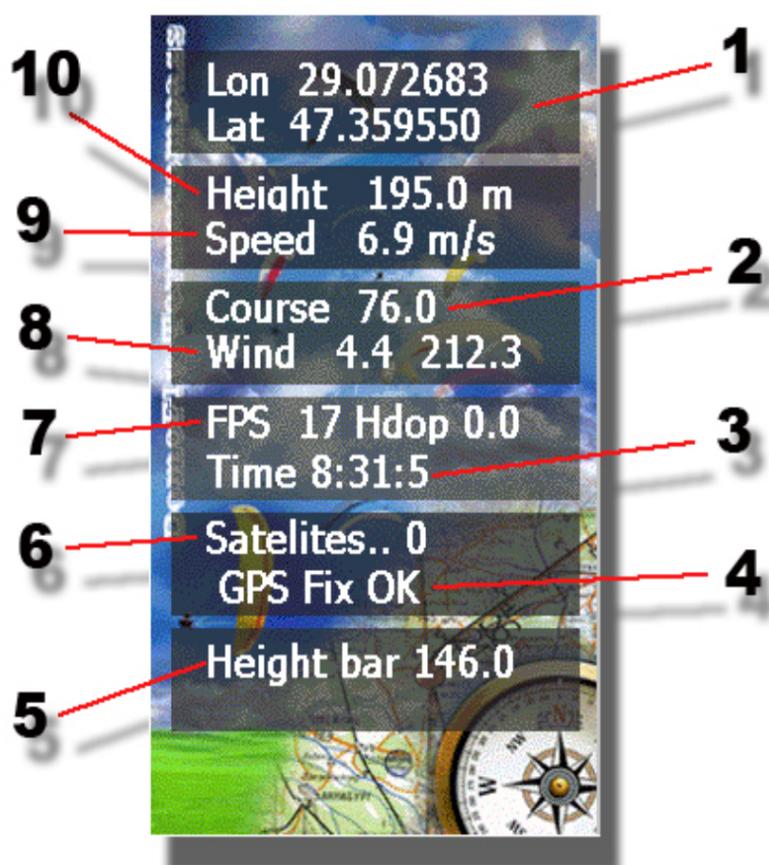


Рис.7 Текущие параметры

1. Координаты GPS.
2. Направление полета.
3. Время.
4. Признак работы GPS приемника.
5. Барометрическая высота.
6. Количество спутников, используемых для работы GPS.
7. Частота обновления экрана. Должна быть не менее 16 кадров в секунду.
8. Ветер: скорость м/сек и направление
9. Текущая скорость по GPS.
10. Высота по GPS.

Экранное управление:

- 3 - переключение на предыдущий экран.
- s4 - возврат в меню.
- s5 - переключение на следующий экран.

3.8 Экран карты (Рис.8)

1. Режим отображения позиции на карте (реальное положение или положение на поверхности земли).
2. Индекс карт. (Масштаб и тип карт)
3. Частота обновления экрана.
4. Указатель Термокомпаса.
5. Качество глайда.
6. Высота по GPS.
7. Направление полета.
8. Скорость по GPS.
9. Указатель направления полета.
10. Расчетное направление ветра с усреднением 5 мин.
11. Расчетное мгновенное направление ветра.

Экранное управление:

s3 - переключение на предыдущий экран.

s4 - возврат в меню.

s5 - переключение на следующий экран.

s0 - выбор менее детализированных карт.

s2 - выбор более детализированных карт.

s1 - s7 - увеличение\уменьшение масштаба карт.

s6 - Фактическое положение на карте.

s8 - Точка на поверхности земли с подветренной стороны от фактического положения на расстоянии 0 - 4 км. Когда этот режим активен, вместо стрелки (п.9) отображается окружность с вектором направления полета. Также индикация режима п.1 отображает "Thermals pos."

Примечание:

- Индекс карт (п.2) показывает отображаемый комплект карт:

Индекс 9 - Топокарты, самый крупный масштаб.

Индекс 10 - Карты высот

Индекс 11 - Топокарты

Индекс 12 - Карты высот. Масштаб примерно соответствует масштабу карт Генштаб 2 км для OziExplorer.

Индекс 13 - обычно карты высот с термически активными зонами или без них.



Рис.8 Экран карты.
Реальная позиция

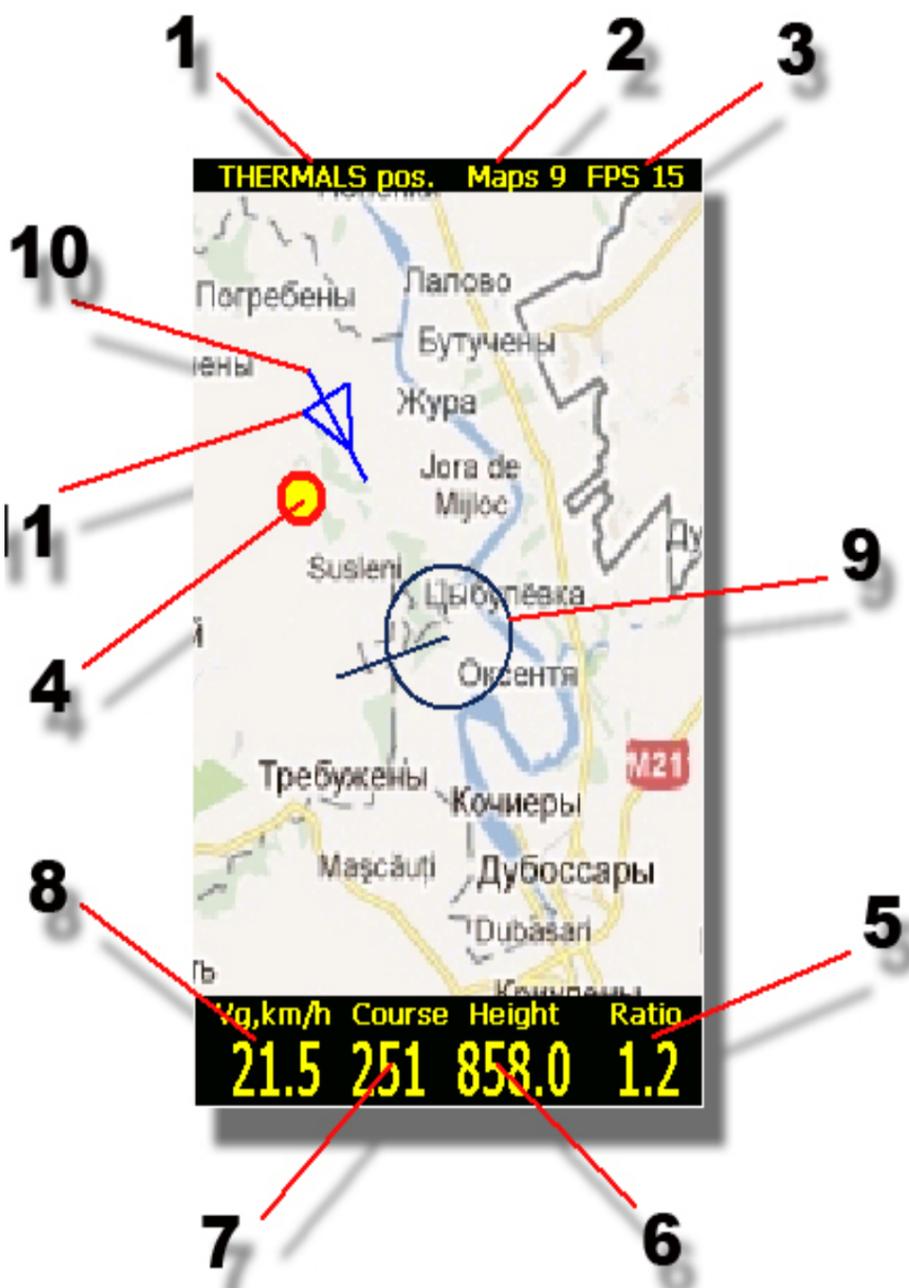


Рис.9 Экран карты для термически активных зон.

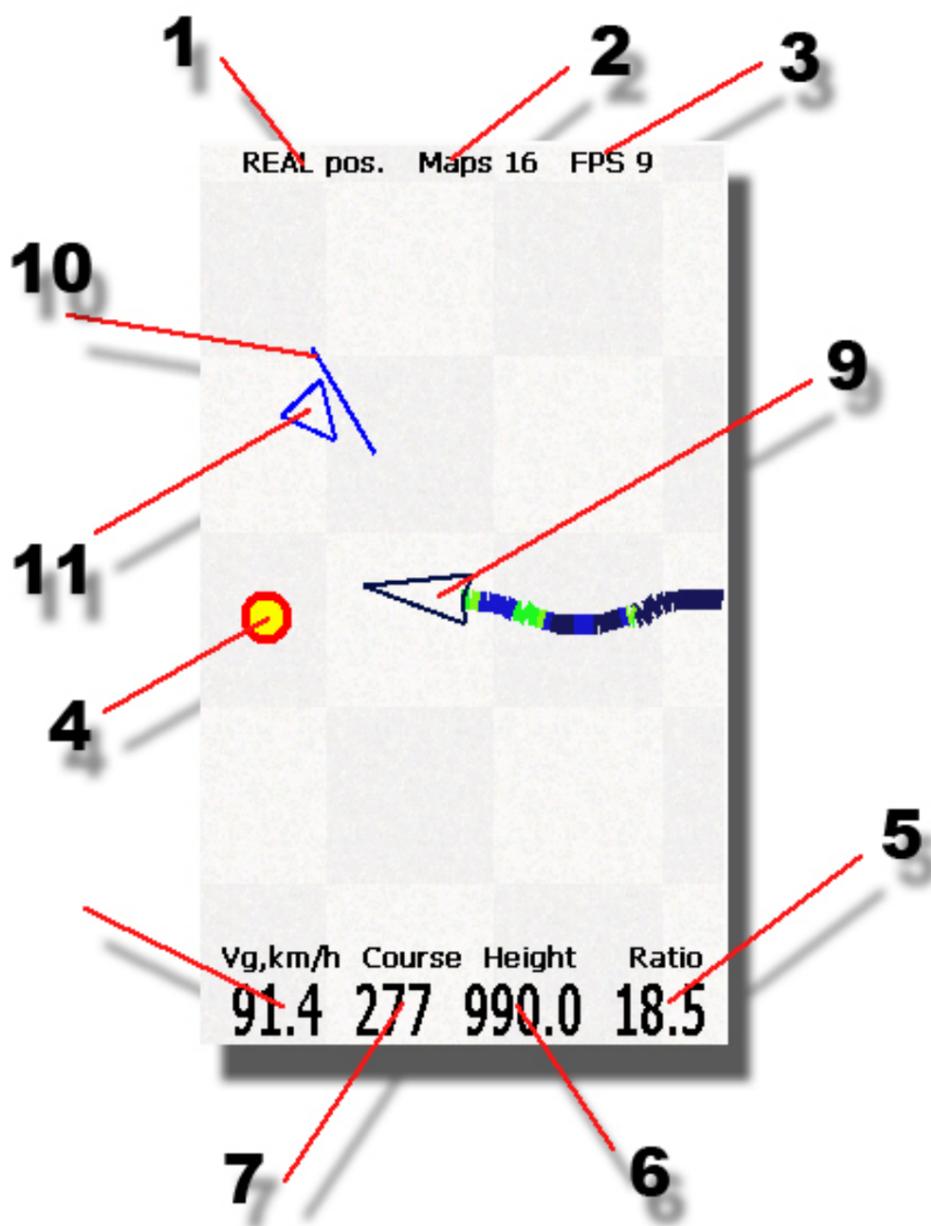


Рис.10 Экран карты.
Отображение трека полета.

- Переключение карт производится по циклу экранными кнопками S0 и S2.
- Изменение масштаба карт - экранными кнопками S1 и S7.

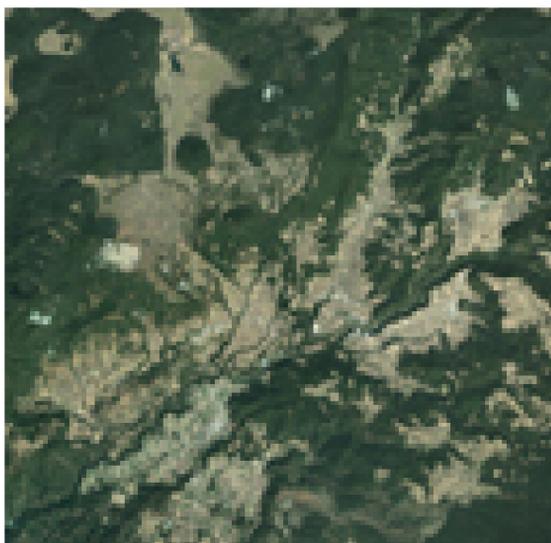
- Карты с индексом 15-18 используются для отображения цветного трека полета. Спектр цветов синего цвета для отрицательной вертикальной скорости, зелено - красного для положительной вертикальной скорости.

- Для карт с индексом 15-18 масштабирование происходит автоматически. Дополнительно можно корректировать масштаб экранными кнопками S1 и S7.

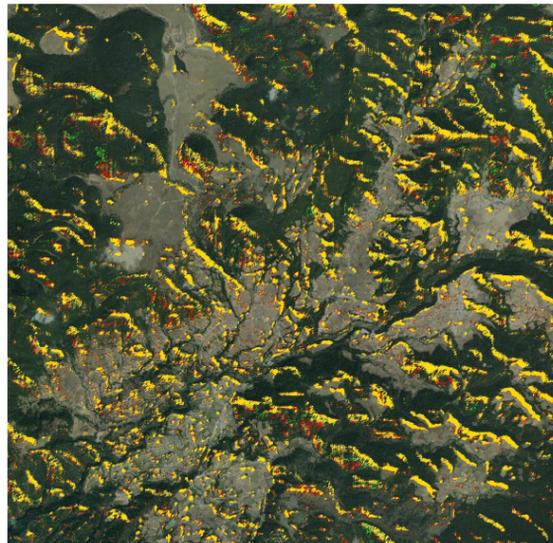
Указатель Термокомпаса п.4 виден, если:
- Уровень термичности выше порогового значения.

- всегда при обработке потока, когда средняя вертикальная скорость больше 0.

Виды карт



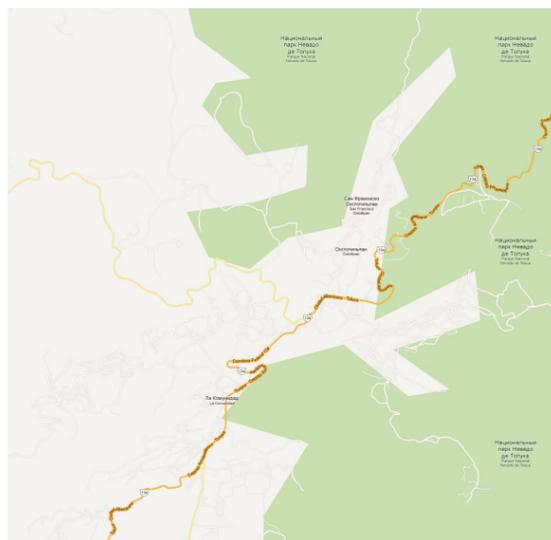
Спутниковая карта



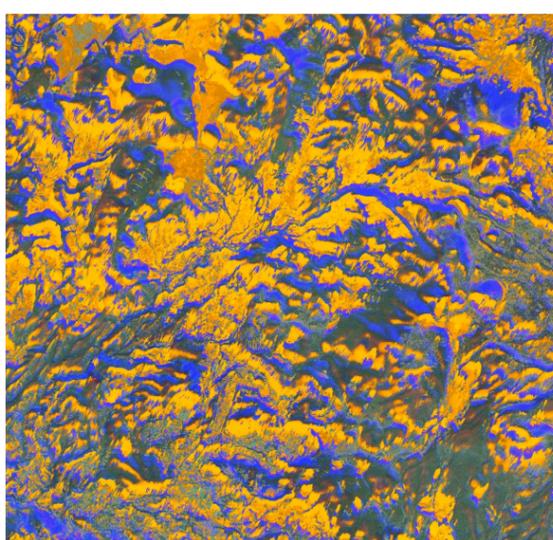
Карта термиков



Карта рельефа



Топографическая карта



Карта прогрева (термозоны)

3.8 Экран вариометра

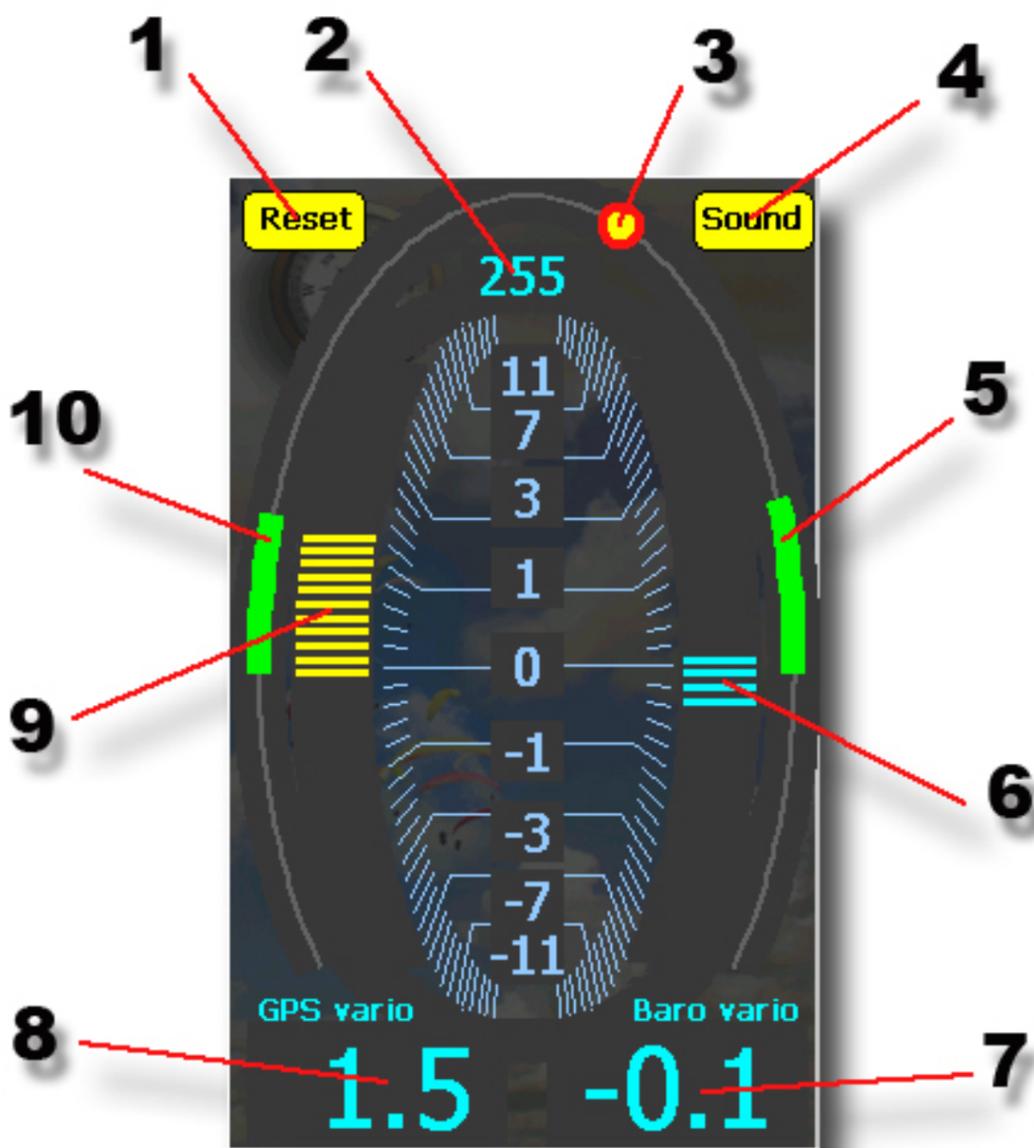


Рис.10 Экран вариометра.

1. "Reset" - обнуление бародатчика и акселерометра. Использовать для юстировки датчиков в полетном положении.
2. Текущее направление полета.
3. Указатель Термокомпаса.
4. Включение/выключение бипера вариометра. По умолчанию - выключен.
- 5 и 10. Индикация акселерометра. Чувствительность на порядок выше обычного вариометра к малым изменениям вертикальной скорости.
6. Варио бародатчика. Показывает вертикальную скорость с усреднением 40 секунд.
7. Цифровая индикация бародатчика.
8. Цифровая индикация вариометра на основе GPS.
9. Индикатор вариометра на основе GPS с усреднением 3 секунды.

Акселерометр GPS навигатора HOLUX FunTrek 130 имеет чувствительность на порядок выше по сравнению с обычными промышленными вариометрами, и тем более выше по сравнению с вариометром на основе GPS. Но в отличие от таких вариометров, датчик акселерометра измеряет не абсолютные значения высоты, а ускорения в изменении вертикальной скорости. Таким образом изменения вертикальной скорости будут отображаться короткими положительным и отрицательным импульсами, очередность появления которых зависит от того, ускоряемся мы или тормозим. Иными словами, начало подъема и завершение слива будут показаны одинаково.

Индикация акселерометра была добавлена в экран вариометра для проведения экспериментов по возможности обработки очень узких потоков, когда обычный вариометр за счет своего усреднения вертикальной скорости не способен точно указывать на границы термика.

4 Использование программы Термокомпас.

Программа Термокомпас (ТС) была специально разработана для поиска и обработки термических потоков в различных условиях. Большинство программ - аналогов, созданных для парапланеризма, используют метод математического предсказания по треку полета о наиболее вероятном нахождении ядра уже ранее найденного потока и облегчают его обработку. Кардинальным отличием ТС от этих программ является то, что для обнаружения и обработки термиком ТС анализирует как трек, так и окружающее пространство и **не предсказывает, а вычисляет** из конкретных параметров полета истинное положение потока.

Пример 1: Предположим что траектория термика искривляется вследствие воздействия на него среза ветра или из-за влияния облака. В этом случае обычный софт будет продолжать экстраполировать положение центра потока, основываясь на расчетных углах траектории термика от высоты по треку. ТС обнаружит это влияние (изменение) и своевременно отобразит искривление траектории.

Пример 2 :

Если вблизи от "вашего" потока есть более мощный поток, то никакая программа не сможет его предсказать, если в нее не заложен алгоритм и нет технической возможности этот новый мощный поток обнаружить. ТС имеет этот функционал.

Пример 3 :

В прямолинейном полете, на переходе, вы можете спокойно пролететь мимо мощного потока, который был от Вас всего в 200-300 метрах и даже не почувствуете. Но если у Вас есть ТС - своим истерическим писком он возможно сумеет "уговорить" Вас сделать небольшой крюк в сторону и не упустить свой шанс.

4.1 Использование ТС на малых высотах.

Вблизи поверхности, рядом со склоном, когда высота полета небольшая и термические потоки только формируются, оптимально использование экрана карты, режим отображения цветного трека.



Это позволит Вам с одной стороны быстро выявить зоны подъема, а с другой стороны не пропустить достойный поток по указателю ТС. Обработывая восьмерками термодинамик возле склона, можно заметить, что если метеоветер направлен перпендикулярно в склон, то ТС показывает ветер, направленный вдоль склона. Это происходит потому, что ветер встречая препятствие на своем пути,

начинает обтекать это препятствие. Вертикальная составляющая ветра образует зону динамика, а горизонтальная направлена вдоль склона и обходит препятствие по энергетически оптимальному для ветра пути.

Пролетая вдоль склона, можно по указателю ветра ТС найти точку (точки) где сила горизонтального ветра минимальная (нулевую точку ветра). Как правило в этом месте наиболее сильный динамик, и именно здесь стоит ждать схода очередного термика.

Пример - склон в виде подковы. По бокам горизонтальный ветер направлен параллельно склону в центр подковы. В центре всегда есть точка, где горизонтальный ветер близок к нулю а динамик максимален. Именно в это место ветер "сгоняет" все тепловые пузыри. Тепловые пузыри за счет своей тороидально вихревой структуры также влияют на силу метеоветра, заставляя нулевую точку ветра постоянно дрейфовать вдоль склона навстречу подходящему потоку. Все эти перемещения легко отследить по указателю мгновенного ветра ТС. В любом случае, основываясь на показаниях указателя ТС и изменениях горизонтального ветра по экрану карты с цветным треком можно быстро изучить аэрологию склона, потенциальные места схода термиков и как следствие обнаружить и обработать поток еще на подходе перед склоном.

Поднявшись над склоном и выполнив первый полный разворот ТС мгновенно пересчитает направление ветра, которое совпадет с направлением метеоветра. Пока высота небольшая, продолжаем обрабатывать поток по экрану карты с цветным треком, каждый раз смещая спираль в сторону указателя ТС (рис.10 п.4).

Важно: указатель ТС (рис.10 п.4) - красно-оранжевая точка на экране карты показывает не местоположение ядра термика, а НАПРАВЛЕНИЕ на ядро.

4.2 Использование ТС на средних высотах.

Под средними высотами подразумевается такая высота над рельефом, когда достаточно сложно с одной стороны обнаружить на поверхности земли неявные триггеры, а с другой стороны предположить, где от конкретного триггера должен быть термик. Наклон траектории потока обусловлен прежде всего силой ветра.

Поэтому, например при сильном ветре и высоте полета 800 метров, потенциальный триггер может находиться на расстоянии 1.5 - 2 км с подветренной стороны. Задача поиска нового термика условно разделяется на два этапа:

- сначала найти зону, где вероятность обнаружить термик высока.
- затем собственно провести поиск в пределах этой зоны.

Для выхода в зону поиска используем экран карты с включенным режимом отображения термически активных зон (рис.11) В этом режиме отображается не Ваше настоящее положение (точка А), а точка на поверхности земли с подветренной стороны (точка В).

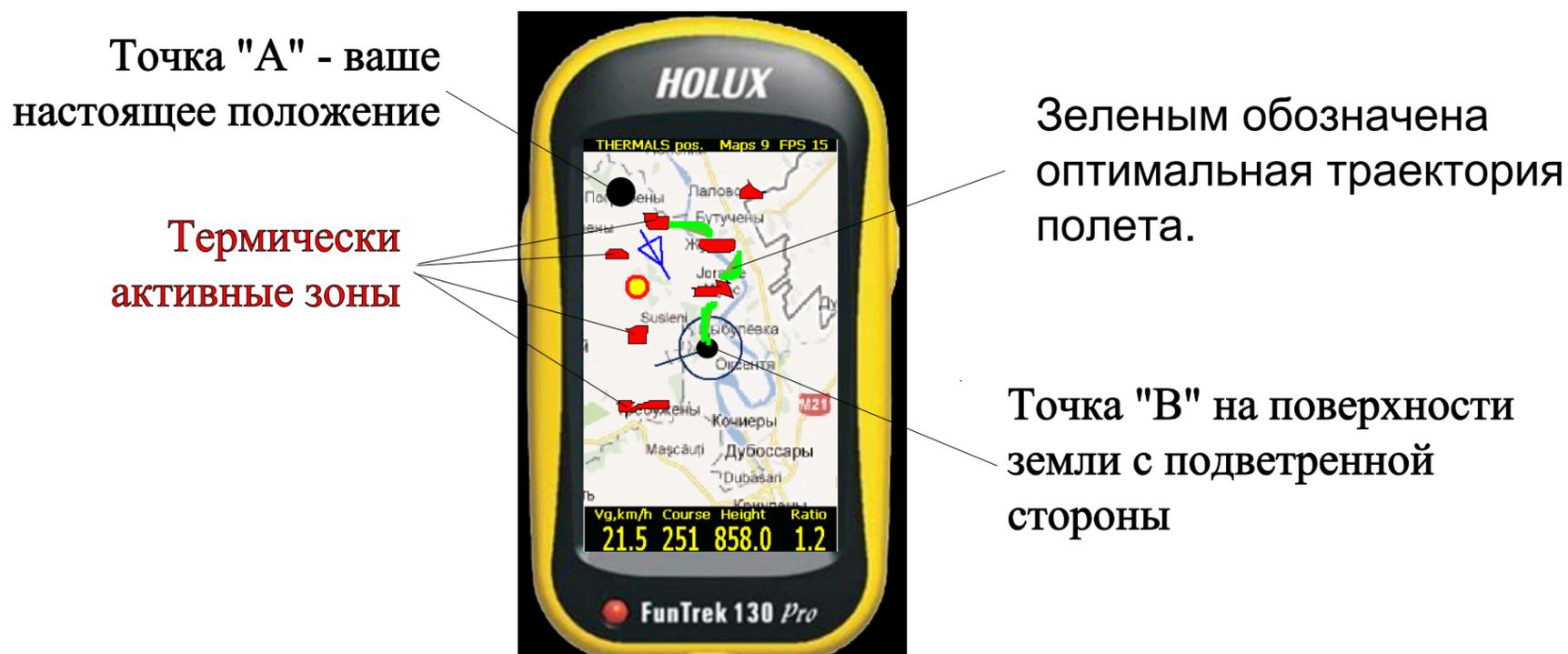
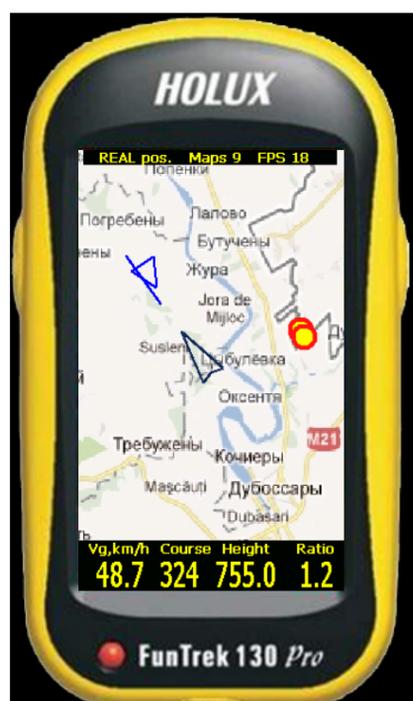


Рис.11 Режим термически активных зон

Алгоритм работы этого режима таков, что при совмещении на карте точки "В" с термически активной зоной, с большой степенью вероятности Вы будете рядом с термиком. Дальнейший поиск проводите по указателю термичности переключив прибор в режим экрана карты - режим отображения цветного трека

4.3 Использование ТС на значительных высотах. На высотах вблизи нижней кромки облаков точность поиска по термически активным зонам снижается. На траекторию восходящих потоков начинает сильно влиять внутриоблачная термичная активность. Поэтому траектории термиков искажаются случайным образом. На таких высотах, помимо естественных признаков потоков, хорошо работают следующие алгоритмы:

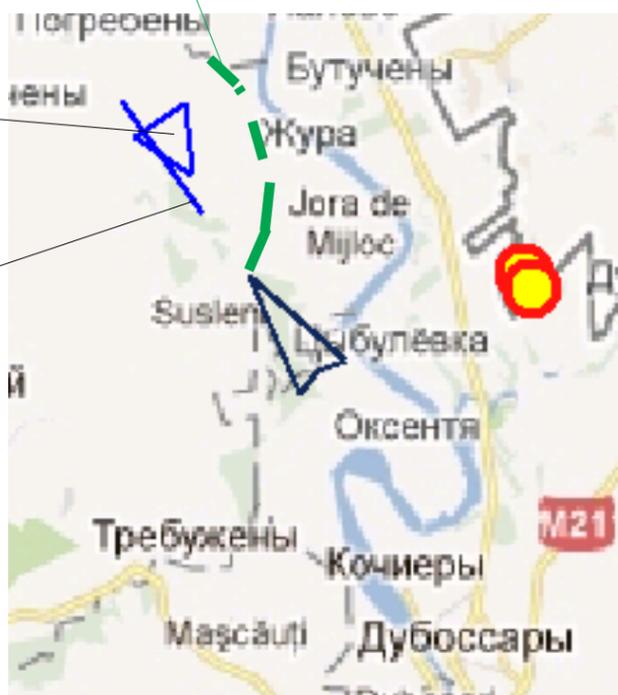


- Поиск новых потоков по указателю ТС. На значительных высотах термики как правило имеют значительные размеры и четко выраженную структуру ядра. Вследствие этого дальность обнаружения может достигать пятисот и более метров. В прямолинейном полете не следует пренебрегать бипером ТС и при необходимости менять траекторию полета в сторону указаний термокомпыаса. В "перспективном" месте сделайте несколько плоских спиралей и позвольте таким образом прибору уточнить обстановку вокруг Вас.

Оптимальное изменение траектории

Мгновенный
ветер

Метеоветер



- Второй алгоритм заключается в способности ТС измерять силу и направление ветра даже в прямолинейном полете. Как известно, мощные потоки и облака имеют свойство создавать вокруг себя ветер, подсасывая окружающий воздух и менять направление метеоветра. Поэтому при пролете вблизи такого "пылесоса" по экрану будет заметно несовпадение направлений метеоветра и мгновенного ветра. Разумным будет повернуть в сторону указателя мгновенного ветра.

5. Часто задаваемые вопросы

В: Что нужно, чтобы испытать Ваш прибор ?

О: Во-первых как минимум у Вас должен быть GPS HOLUX FunTrek130.

Необходимо также установить на этот прибор программу Thermocompass и зарегистрировать ее.

В: Почему именно GPS HOLUX FunTrek130?

О: Этот прибор имеет время непрерывной работы более 8 часов. Экран прибора хорошо виден в солнечном свете. В приборе имеются все датчики, необходимые для работы ТС.

В: Зачем нужны карты термиков?

О: В принципе программа ТС будет работать и без этих карт. Но их наличие увеличивает вероятность нахождения термиков.

В: Можно ли доверять показаниям прибора?

О: Если уровень детектора (чувствительность) больше 50 % - то как правило показания прибора соответствуют действительности.

В: Как влияет модель крыла на дальность обнаружения потоков?

О: Чем резче и сильнее реагирует крыло на изменения атмосферы, тем точнее и дальше Вы сможете обнаружить термик.