

2.3. Программные средства анализа координатно-телеметрических данных

Рассмотрим вначале штатные средства доступа к текущим и архивным координатно-телеметрическим данным современных систем автоматизированной обработки результатов радиозондирования на базе ПЭВМ. Прежде всего, все системы во время выпуска обеспечивают отображение в текстовом и графическом¹ виде текущих значений разнообразных сырых данных, которые, безусловно, полезны для наблюдения за ходом выпуска, но ввиду быстрого темпа обновления неудобны для анализа. Что касается доступа к данным в табличном или графическом виде, то тут сервис, предоставляемый разными системами, существенно различается.

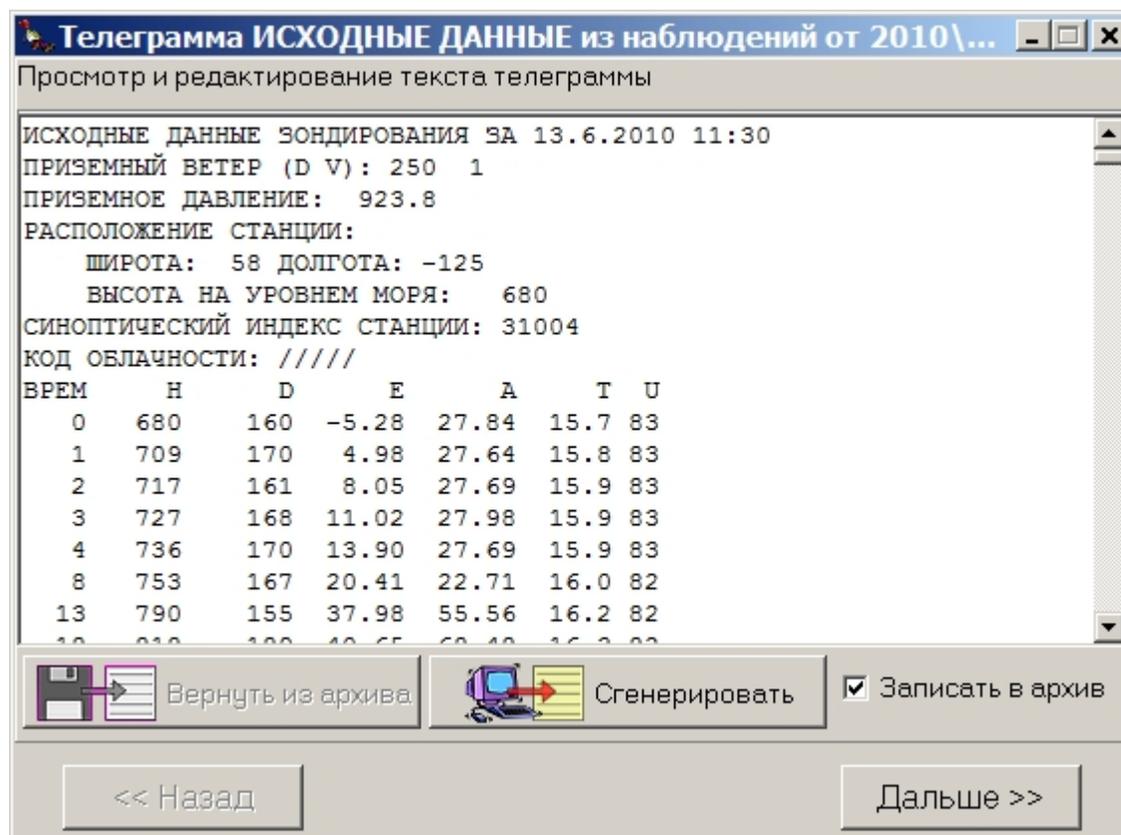


Рисунок 2.3-1. Окно просмотра координатно-телеметрических данных RAWDATA АП «ЭОЛ»

¹ Например, угловые координаты радиозонда, уровень сигнала и т.п.

В АП «ЭОЛ» графическое представление координатно-телеметрической информации не предусмотрено, имеется возможность просмотра в табличном виде, во время выпуска или из архива (файлы RAWDATA), частично проконтролированных и приведенных к единой временной шкале отсчетов координат радиозонда и температуры и влажности². Для просмотра необходимо в меню Контрольного центра комплекса «ЭОЛ» выбрать пункт «Работа с архивом/Формирование телеграммы из архива», в окне «Формирование телеграммы из архива» выбрать нужный выпуск, установить отметку «телеграмма с исходными данными» и нажать кнопку «Формировать». Если файл RAWDATA для выбранного выпуска уже существует, будет выдано предупреждение о том, что он уже имеется в архиве и будет предложено его загрузить. В противном случае, а также в случае отсутствия файла в архиве, таблица будет сформирована заново. В окне просмотра доступно редактирование текста таблицы, однако это не имеет большого практического смысла, т.к. внесенные изменения никак не повлияют на результаты обработки. При непреднамеренном редактировании текста есть возможность отказаться от внесенных изменений, повторно загрузив данные из архива, если файл в нем имеется – кнопка «Вернуть из архива», или сгенерировать таблицу заново – кнопка «Сгенерировать». Кроме того, во время выпуска можно косвенно судить о качестве сырых данных по графикам зависимости температуры, влажности, направления и скорости ветра, расположенным на вкладках «Профиль ветра» и «Профиль метеоданных» главного окна Контрольного центра комплекса «ЭОЛ» и содержащим вертикальные профили индикаторного характера, построенные по неотфильтрованным сырым данным. При формировании результатов обработки или просмотре выпуска из архива АП «ЭОЛ» на графиках отображает уже проконтролированные данные. Следует также отметить, что существует свободная версия АП «ЭОЛ», которая позволяет просматривать данные из архива.

В ПО ОРД АРМ Аэролога доступ к сырым координатно-телеметрическим данным обеспечивается в табличном виде в реальном времени по мере их поступления. В верхней части окна ПО ОРД находятся два выпадающих списка, в левом отображаются телеметрические данные (время, средние за канал периоды [мкс] в телеметрическом цикле радиозонда и рассчитанные по этим данным температура [°C] и влажность [%]), в правом – координатные (время, наклонная дальность [дам], угол места и азимут [мду], а также декартовы координаты [м]).

Как достаточно быстро показал опыт сопровождения ПО АРМ Аэролога, пользоваться табличным представлением для анализа координатно-телеметрических данных при некотором навыке возможно, но достаточно неэффективно. Поэтому вскоре после начала внедрения в состав ПО АРМ Аэролога было включено ПО «АРХИВ» для доступа к результатам обработки и «сырым» координатно-телеметрическим данным АРМ Аэролога в ходе производства и после завершения выпуска радиозонда для анализа и просмотра сохраненных первичных данных и результатов радиозондирования в табличном и графическом представлении. С помощью ПО «АРХИВ» можно контролировать временные профили координатно-телеметрических данных: периоды следования импульсов телеметрического сигнала, дальности, угла места и азимута, а также такие полезные для анализа графики как горизонтальная траектория полета радиозонда, высота и вертикальная скорость подъема, сравнивать результаты обработки двух выпусков. В

² В терминологии АП «ЭОЛ» - «Телеграмма с исходными данными».

целом, возможности ПО «АРХИВ» аналогичны ПО «АРМView» и ПО «АРХИВ-АП», которые будут рассматриваться ниже.

Более подробная информация содержится в руководствах пользователя для соответствующего ПО из состава ПО АРМ Аэролога.

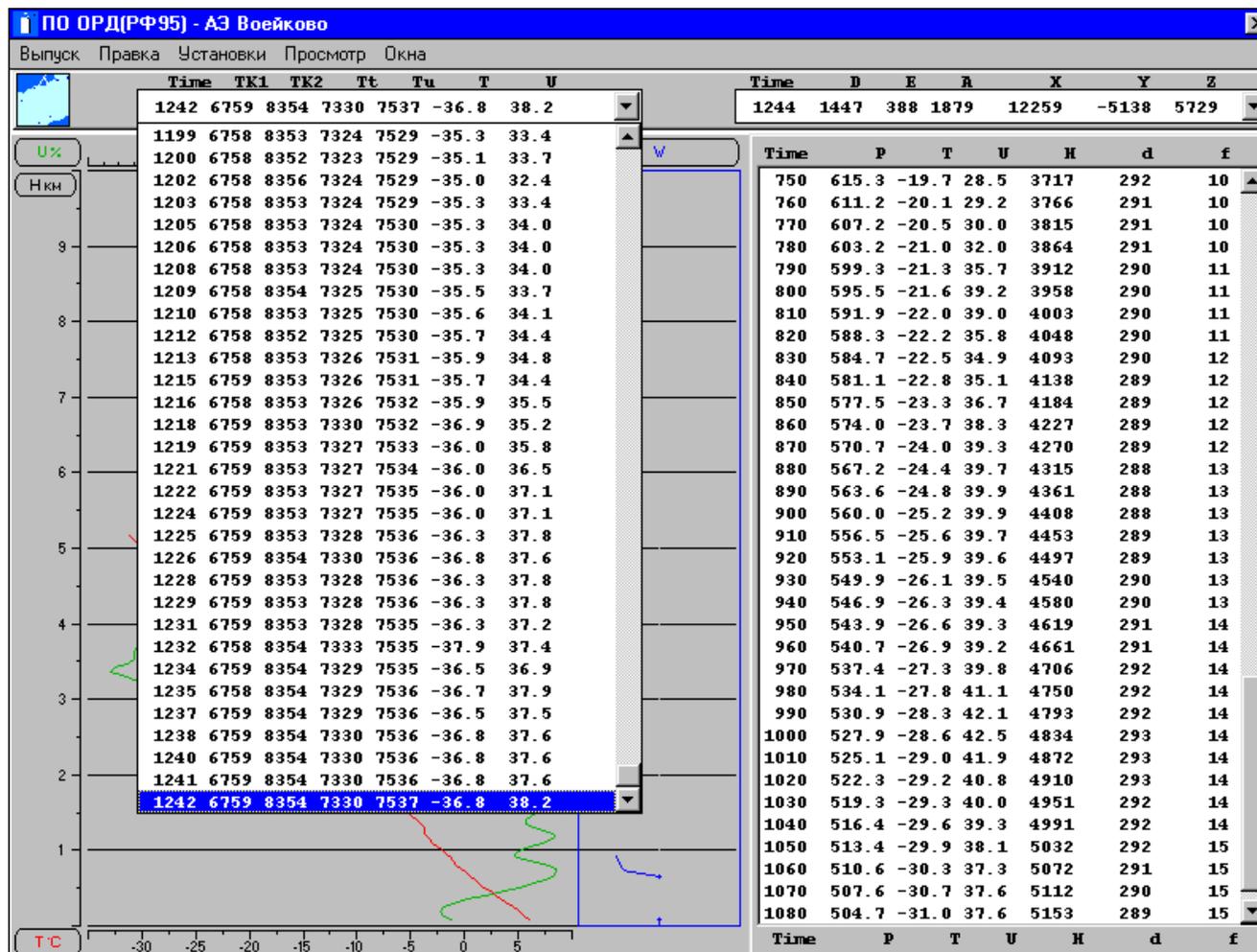


Рисунок 2.3-2. Окно просмотра сырых данных телеметрии ПО ОРД АРМ Аэролога.

В дополнение к штатному ПО «АРХИВ», входящему в комплект ПО АРМ Аэролога, по отдельному заказу дополнительно поставлялось ПО «АРМView» для углубленного просмотра координатно-телеметрических данных АРМ Аэролога в табличном и графическом виде в целях анализа работы аппаратуры (как радиозонда, так и станции). Работа с ПО «АРМView» подробно описана в руководстве пользователя, поэтому ниже излагаются лишь отдельные функции, используемые в следующих разделах.

Вся информация в ПО «АРМView» представлена на страницах «виртуального блокнота», или иначе вкладках, обозначенных с левой стороны так называемыми закладками-ярлыками. В зависимости от состава загруженных файлов могут быть доступны следующие вкладки:

«**TLM(Txt)**» – таблица с данными о средних за каналный интервал периодах следования импульсов в телеметрическом цикле радиозонда. В первой колонке отображается полетное время в секундах на момент окончания цикла (момент окончания опорного канала), в следующих четырех колонках отображаются средние периоды для телеметрических каналов. Для радиозондов типа МРЗ-3 (МРЗ-3А*, МРЗ-3АК1, РЗМ-2 и МРЗ-3АМ) – это средние периоды (в микросекундах) в опорном канале, первом канале температуры, канале влажности и втором канале температуры. Для радиозонда РФ95 – это умноженные на 3 средние периоды (в микросекундах) в верхнем и нижнем опорных каналах и каналах температуры и влажности. В последней колонке приводится интервал времени в секундах между последовательными циклами телеметрии. Это расчетный параметр, который выводится для облегчения анализа сбойных ситуаций работы устройства сопряжения АРМ Аэролога с АВК УС96.

При необходимости, учитывая схемотехнику радиозонда МРЗ, имеется возможность рассчитать среднее значение частоты генератора 800 кГц:

$$F_{cp} \text{ (кГц)} = 1/\text{значение длительности цикла (мкс)} * \text{коэффициент деления делителя коммутатора каналов радиозонда (16777216)}.$$
 Например, при длительности цикла 20940 мкс,

$$F_{cp} = 1 / 20940 * 16777216 = 801.204 \text{ кГц}.$$

«**CRD(Txt)**» – таблица с ежесекундными данными траекторного прослеживания радиозонда. В первой колонке отображается полетное время³ в секундах, в колонках со второй по четвертую - дальность (дам), азимут (мду) и угол места (мду). Для радиозондов типа МРЗ-3 далее приводятся две колонки с номером текущего телеметрического канала (0 – опорный канал, 1 – первый канал температуры, 2 – канал влажности, 3 – второй канал температуры) и средним за секунду периодом следования импульсов (мкс). В последующих трех колонках приводятся байт признаков⁴ устройства УС96, данные сигнала ошибки пеленга⁵ по азимуту и углу места в канале управления угловой автоматикой (равносигнальная зона) и интервал времени в секундах между последовательными кадрами локации. Последний

³ Кроме первой строки, в которой отображаются последние зарегистрированные перед выпуском данные (со временем >10000 с).

⁴ В байте признаков единица младшего разряда – сигнал “перепеда” соответствует отсутствию сигнала радиозонда, единица пятого разряда (16) – сигнал отсутствия цикловой синхронизации телеметрической информации в устройстве УС96. Таким образом, допустимые значения байта признаков – 0, 1, 16 и 17 (1+16=17).

⁵ Данные приводятся в безразмерном виде со шкалой по углу места и азимуту от -127 до +127.

Анализ координатно-телеметрических данных современных систем радиозондирования

параметр является расчетным, он выводится для облегчения анализа сбойных ситуаций работы УС96.

The screenshot shows the APMView-02120313 application window. The title bar includes the application name and standard window controls. Below the title bar, there are menu items 'Выпуск' and 'Сервис', and a button 'О программе'. A toolbar with various icons is located below the menus. The main area contains a data table with the following structure:

XY	Цикл					TLM(Тхт)
	MP3	TLM	CRD(Тхт)	MP3	TLM	
529.906	1637	2915	1961	2930	20.941 с	
550.910	1638	2948	1955	2964	21.004 с	
571.914	1638	2980	1949	2998	21.004 с	
592.810	1638	3015	1939	3031	20.896 с	
613.772	1638	3046	1942	3062	20.962 с	
634.747	1638	3081	1953	3094	20.975 с	
655.693	1638	3106	1982	3119	20.946 с	
676.663	1638	3133	2018	3153	20.970 с	
697.635	1639	3175	2023	3195	20.972 с	
718.607	1639	3215	2035	3227	20.972 с	
739.506	1639	3239	2063	3256	20.899 с	
760.472	1639	3277	2067	3300	20.966 с	
781.427	1639	3326	2067	3351	20.955 с	
802.391	1640	3370	2069	3389	20.964 с	
823.313	1640	3415	2073	3441	20.922 с	
844.270	1640	3457	2079	3483	20.957 с	
865.214	1640	3512	2088	3528	20.944 с	
886.165	1640	3551	2099	3583	20.951 с	
907.114	1640	3617	2099	3653	20.949 с	
928.054	1640	3690	2074	3729	20.940 с	
949.002	1641	3767	2057	3803	20.948 с	
969.950	1641	3840	2052	3875	20.948 с	
990.898	1641	3912	2041	3948	20.948 с	
1011.768	1641	3989	2033	4029	20.870 с	
1032.736	1642	4069	2023	4105	20.968 с	
1053.686	1642	4146	2020	4186	20.948 с	

At the bottom of the window, there is a label 'Листинг файла телеметрии'.

Рисунок 2.3-3. Таблица данных телеметрии в ПО «APMView».

XY	TLM(Тхт)	Цикл	CRD(Тхт)	MP3	TLM	Пеленг	CRD	Признаки	VAsc
2204	1758	618.9	3324.5	1	12193	0	-4	-5	1 с
2205	1759	618.2	3324.5	1	12198	0	-3	-6	1 с
2206	1759	618.2	3323.7	1	3275	0	-4	-3	1 с
2207	1760	618.2	3322.3	2	2201	0	-6	13	1 с
2208	1762	618.2	3321.5	2	2201	0	-2	4	1 с
2209	1763	618.2	3321.5	2	2201	0	-1	-1	1 с
2210	1764	618.2	3320.8	2	2196	0	-1	4	1 с
2211	1765	618.9	3320.1	2	3240	0	-2	13	1 с
2212	1766	618.9	3319.3	3	12246	0	2	5	1 с
2213	1767	618.9	3319.3	3	12255	0	1	0	1 с
2214	1768	618.9	3319.3	3	12262	0	-1	4	1 с
2215	1769	618.9	3317.9	3	12268	0	-2	8	1 с
2216	1769	618.9	3317.1	0	5131	0	-1	-6	1 с
2217	1770	618.9	3316.4	0	1643	0	0	-10	1 с
2218	1771	619.6	3316.4	0	1643	0	0	5	1 с
2219	1772	619.6	3315.7	0	1643	0	1	5	1 с
2220	1773	619.6	3314.9	0	1640	0	-2	-12	1 с
2221	1775	618.9	3314.9	0	1646	0	2	-13	1 с
2222	1776	618.9	3314.9	1	12224	0	4	-2	1 с
2223	1777	618.9	3314.9	1	12210	0	5	5	1 с
2224	1778	618.9	3314.9	1	12201	0	3	-5	1 с
2225	1778	618.9	3314.9	1	12193	0	0	-9	1 с
2226	1778	618.2	3314.2	1	12186	0	-1	-9	1 с
2227	1780	618.2	3314.2	1	2506	0	-1	-1	1 с
2228	1781	618.2	3313.5	2	2196	0	-4	4	1 с
2229	1782	618.2	3312.7	2	2205	0	-2	6	1 с

Листинг файла локации

Рисунок 2.3-4. Таблица данных координат в ПО «APMView».

«TLM» – диаграмма с графиками временного хода средних за канал периодов следования импульсов в телеметрических каналах радиозонда. Для радиозондов типа MP3-3 цвета используются следующим образом: коричневый - опорный канал, красный – первый канал температуры, сине-зеленый – канал влажности, розовый – второй канал температуры. Для радиозондов типа PФ95 цвета используются следующим образом: коричневый и красный - опорные каналы, сине-зеленый – канал температуры, розовый – канал влажности.

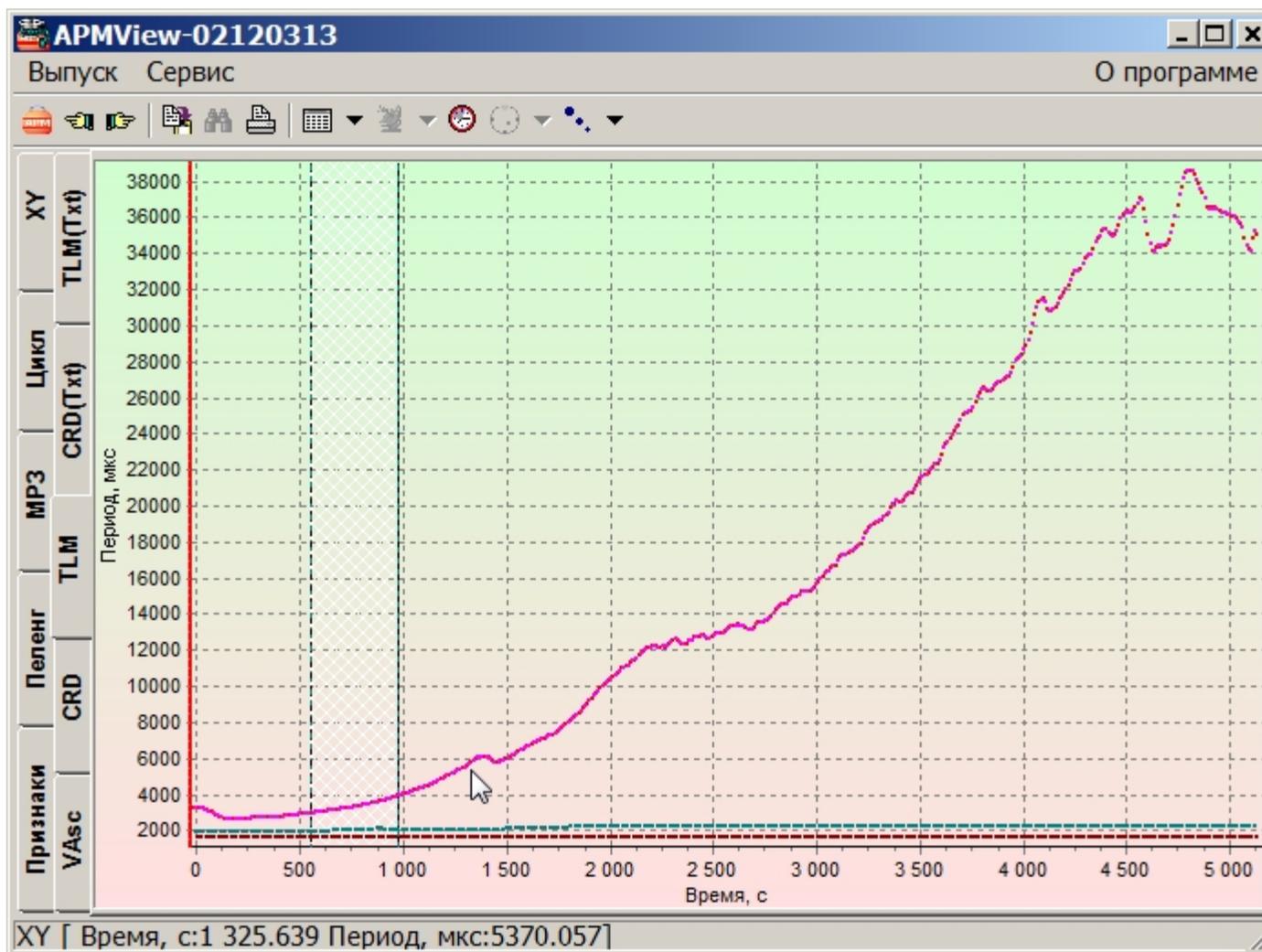


Рисунок 2.3-5. Графики телеметрии в ПО «APMView».

«CRD» – диаграмма с графиками временного хода дальности D (темно-синий), геометрической высоты⁶ Z (коричневый), рассчитанной по текущим значениям дальности и угла места с учетом стандартной поправки за рефракцию и кривизну Земли, азимута A (синий) и угла места E (сине-зеленый). Эта диаграмма удобна для выявления качества и срывов сопровождения по дальности и углам.

⁶ В разделах 3 и 4 зависимость высоты от времени называется кривой высоты подъема, или просто кривой подъема.

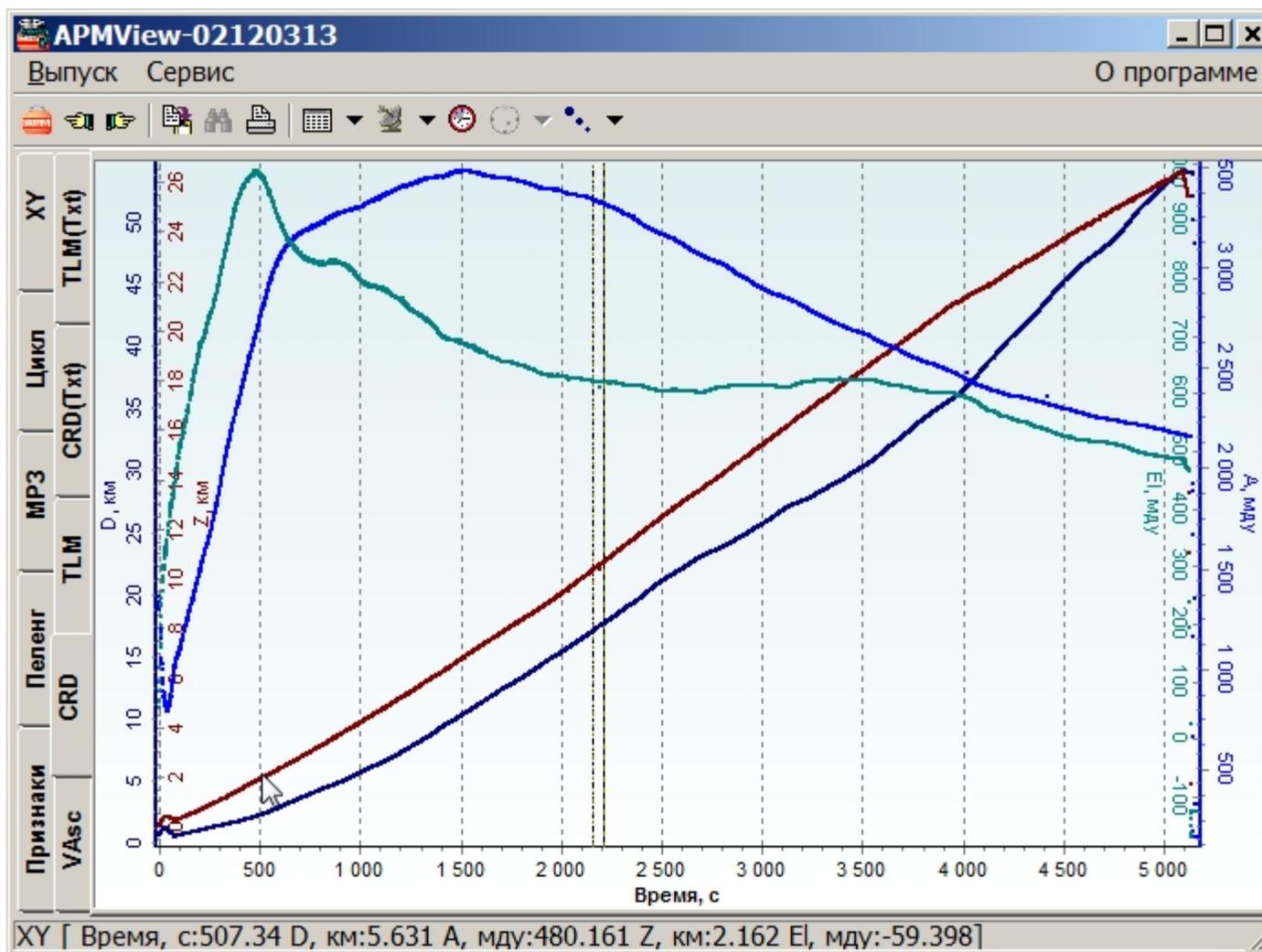


Рисунок 2.3-6. Графики координат в ПО «APMView».

По умолчанию, при просмотре координат установлен режим согласования вертикальных шкал. В этом режиме при изменении масштаба по оси времени вертикальные шкалы остальных переменных согласуются таким образом, чтобы отобразить их изменение в течение отображаемого интервала времени.

«**VAsc**» – диаграмма с графиком временного хода скорости подъема радиозонда (при фиксированном лаге 3 мин), рассчитанная по сырым координатным данным. Эта диаграмма для контроля как правильности наполнения оболочки, так и устойчивости сопровождения радиозонда радиолокатором.

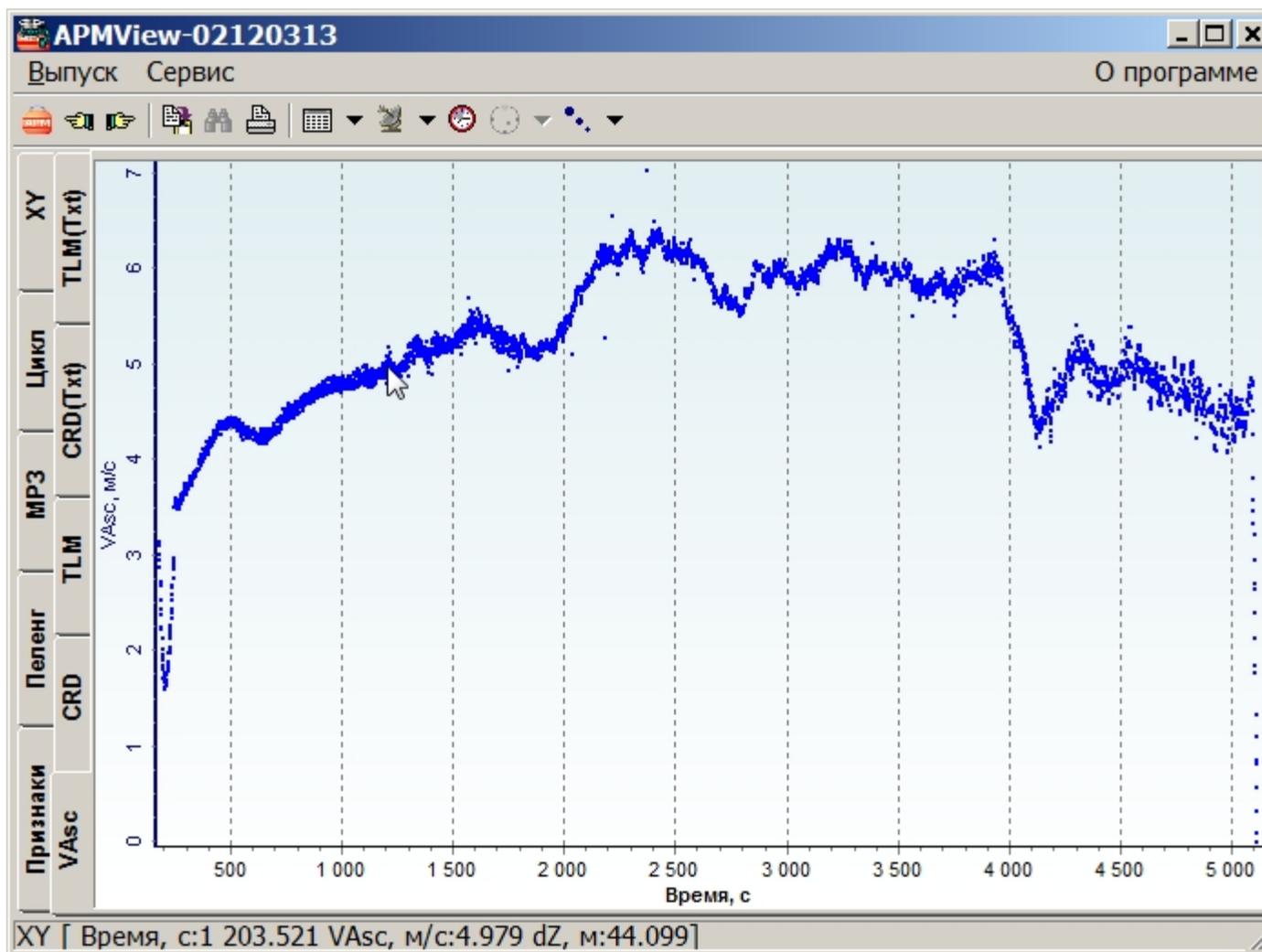


Рисунок 2.3-7. График скорости подъема радиозонда в ПО «APMView».

«XY» – диаграмма с графиком горизонтальной проекции траектории полета радиозонда, отображаемой в координатах X с положительным направлением на Восток и Y с положительным направлением на Север. Траектория рассчитывается по сырым данным дальности, азимуту и углу места. По умолчанию на траектории полета радиозонда через каждые 300 точек⁷ обозначены метки времени (в секундах). Кроме того, по двойному щелчку по графику⁸

⁷ Густота отметок может варьироваться, а их отображение отключаться по усмотрению оператора.

⁸ Когда мышь находится непосредственно над графиком, ее курсор меняет свою форму.

Анализ координатно-телеметрических данных современных систем радиозондирования

траектории в строке состояния выводится полетное время в секундах для данной точки.

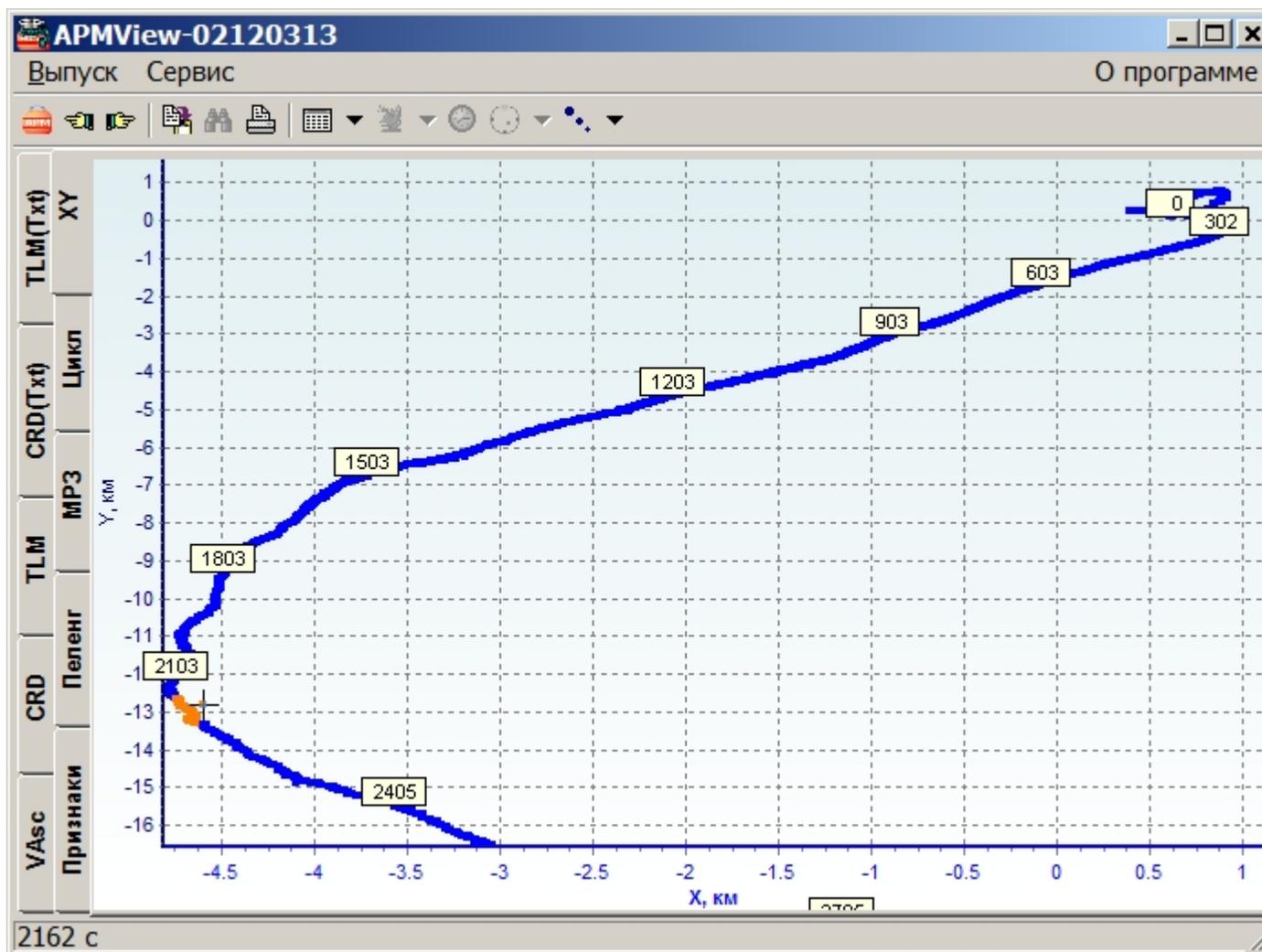


Рисунок 2.3-8. График траектории радиозонда в ПО «APMView».

Данный график удобен для анализа качества захвата радиозонда после выпуска или его поиска, выявления срывов сопровождения.

«Цикл» – диаграмма с графиками временного хода длительности интервалов времени между последовательными циклами телеметрии (*Цикл*) и интервалов времени между последовательными кадрами локации (*Интервал локации*) в

Анализ координатно-телеметрических данных современных систем радиозондирования
секундах.

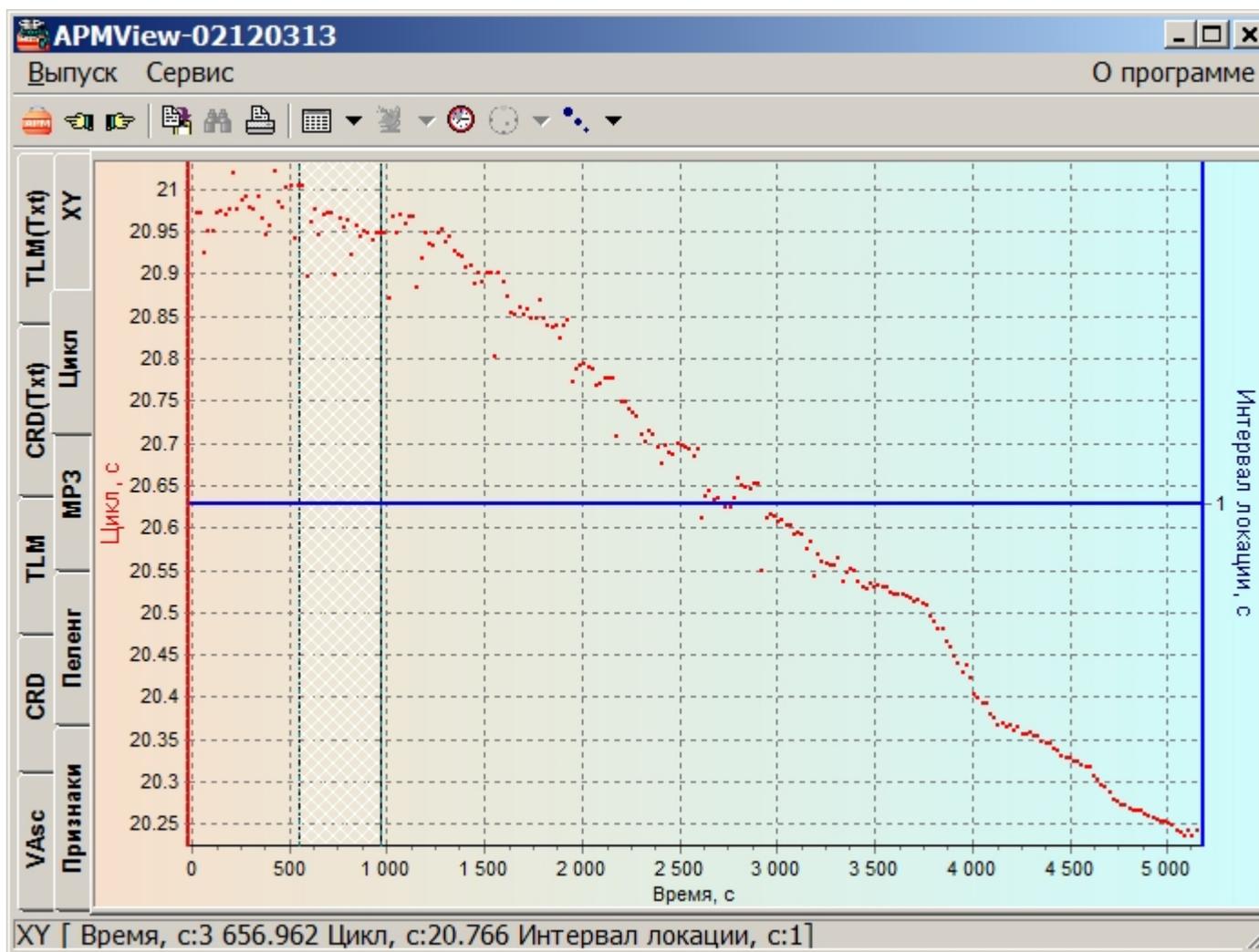


Рисунок 2.3-9. График длительности цикла телеметрии в ПО «APMView».

Эта диаграмма удобна для выявления нарушений связи между УС96 и ПЭВМ, сбоев в работе телеметрического канала радиозонда или нарушений канальной синхронизации УС96.

«MP3» (отображается только для радиозондов типа MP3-3 и только если загружена локация) – диаграмма с графиками временного хода средних за секунду (отображаются точками) и за канальный интервал (отображаются

линиями) периодами следования импульсов в телеметрических каналах радиозонда. При этом раскраска средних за секунду значений осуществляется в соответствии с признаком текущего канала, присваиваемого УС96 каждому из отсчетов.

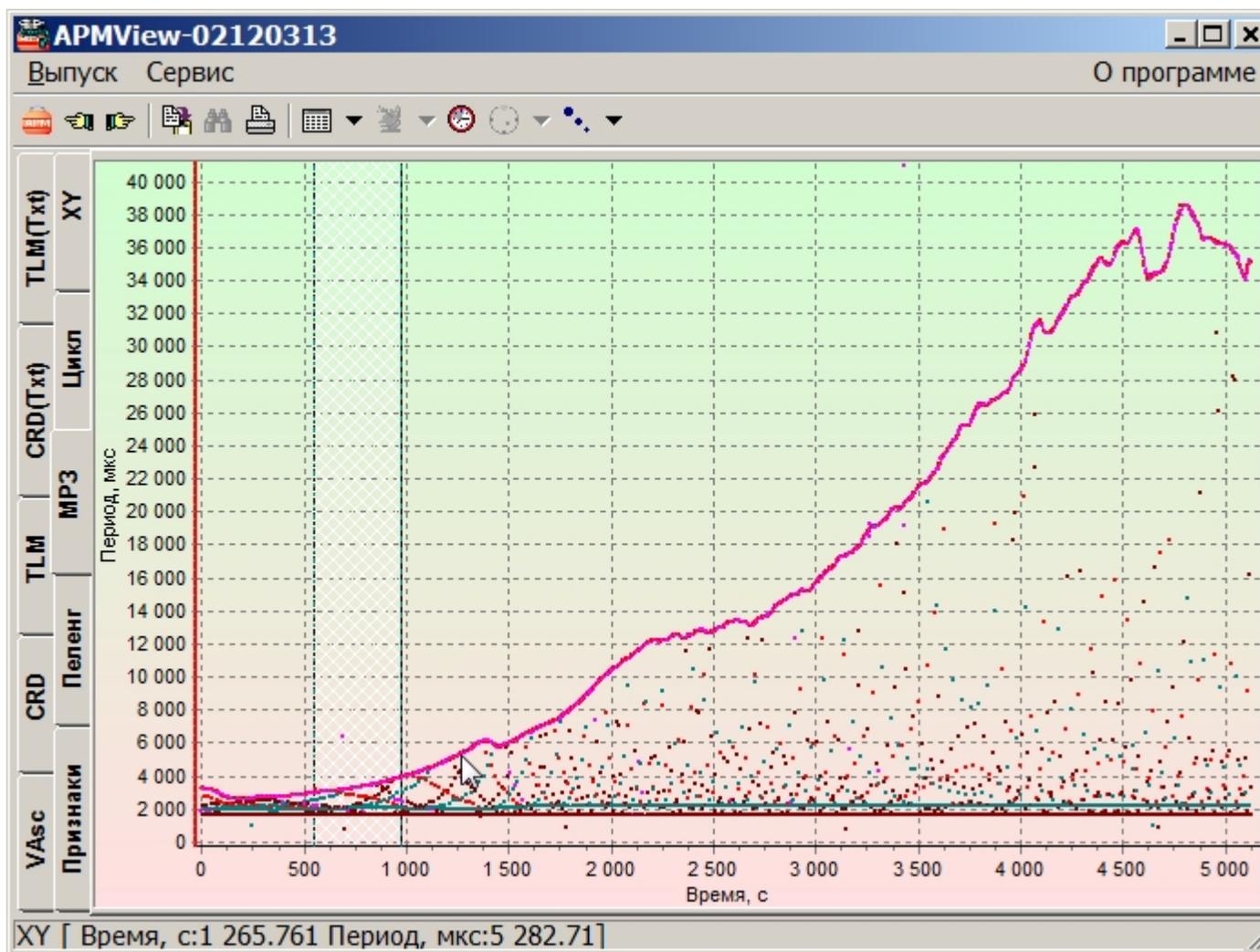


Рисунок 2.3-10. График просмотра средних за 1 с периодов телеметрии в ПО «APMView».

Цвета соответствуют используемым на вкладке «TLM». При нормальной работе радиозонда и устойчивой синхронизации УС96 секундные средние (за исключением моментов смены каналов) группируются совместно со средними периодами за каналный интервал.

максимальный размах шкал, что позволяет сравнивать характеристики качества сопровождения от выпуска к выпуску или от станции к станции (в версии «APMView-ЦГМС»). Пункт меню «Нормализовать» включает масштабирование вертикальных осей по диапазону реального изменения компонент сигнала ошибки пеленга, использование максимального масштаба позволяет наиболее подробно отобразить графики имеющихся данных.

«Признаки» – диаграмма с графиками признаков устройства УС96: *Pr0* – сигнал «ПЕРЕПАД» (соответствует отсутствию сигнала радиозонда), *Pr4* – потеря синхронизации телеметрии УС96, *X* – недопустимое значение).

При просмотре данных в табличном представлении интервалы времени, соответствующие выделенным в таблицах строкам, отображаются на соответствующих диаграммах в виде вертикальной полосы, а на графике траектории полета радиозонда – измененным цветом точек. Таким образом, всегда можно локализовать для анализа на графиках положение определенного интервала полетного времени, выделенного в табличном представлении, а также найти в таблице данные, вызвавшие интерес при просмотре диаграмм.

На диаграммах, отображающих графики разноименных величин, для каждой из них имеется собственная вертикальная ось, обозначенная тем же цветом, что и график соответствующей величины. Например, и ось и график дальности обозначены темно-синим цветом.

Диаграммы при создании и обновлении масштабируются автоматически, таким образом чтобы графики заняли все доступное пространство окна диаграммы. Для подробного просмотра выбранного участка диаграммы доступно масштабирование, которое осуществляется нажатием левой кнопки мыши с последующим движением мыши вправо и вниз. При этом отображается рамка, обозначающая участок, который будет увеличен на весь размер окна диаграммы сразу после отпускания кнопки. При отображении в увеличенном масштабе можно переместиться к другому участку диаграммы, нажав правую кнопку мыши и, удерживая эту кнопку нажатой, переместив мышь в желаемом направлении. Вернуться к исходному масштабу возможно, нажав левую кнопку мыши и переместив мышь влево и вверх на произвольное расстояние. Кроме того, как масштабирование, так и перемещение диаграммы доступно при использовании колеса прокрутки мыши: масштабирование (при одновременном нажатии клавиш Ctrl-Shift); перемещение – вертикальное, горизонтальное (при одновременном нажатии клавиши Shift), снизу слева – вправо вверх (при одновременном нажатии клавиш Ctrl), сверху слева – вправо вниз (при одновременном нажатии клавиш Alt).

Для облегчения просмотра при изменении масштаба диаграммы автоматически изменяются (кроме диаграммы траектории полета) размеры символов, используемых графиками. При перемещении мыши над графиками в строке состояния, расположенной внизу главного окна программы, отображаются текущие значения координат под курсором мыши. Вызов пункта меню «Сервис/Синхронизировать шкалу времени» (дублируется кнопкой  на панели инструментов) позволяет привести шкалу времени на всех диаграммах к шкале времени диаграммы, выбранной в главном окне программы, или к интервалу времени, соответствующему строкам, выделенным в таблице, выбранной в главном окне программы.

При необходимости возможно отображать содержимое отдельных вкладок в отдельных окнах, свободно размещаемых в произвольном порядке на Рабочем столе, а затем возвращать их в главное окно программы. Это облегчает совместный визуальный анализ разнородной информации (например, периодов телеметрии и сигнала ошибки пеленга радиозонда).

ПО «APMView» поддерживает широко используемый в Windows интерфейс Drag&Drop, коротко называемый перетаскиванием, а также передачу названия файла через параметр командной строки. Поэтому для загрузки очередного выпуска достаточно перетащить мышью из Проводника Windows один из двух файлов (с телеметрией или координатам) с его данными и отпустить над главным окном программы или на значок программы в Проводнике. При этом будут загружены данные (телеметрия+локация или только телеметрия или только локация) в соответствии с текущим выбором в диалоге выбора выпуска. Если установлена привязка ПО «APMView» к файлам «сырых» данных АРМ Аэролога, щелчок по значку файла автоматически запускает программу «APMView» и загружает файлы соответствующего выпуска согласно текущему выбору типов файлов для загрузки в диалоге «Выбор выпуска».

ПО «APMView» также поддерживает «пролистывание» выпусков. Для перехода к предыдущему/следующему выпуску в пределах одного и того же месяца, следует выбрать пункт меню «Выпуск/Предыдущий» (клавиши быстрого вызова Alt+B) или «Выпуск/Следующий» (клавиши быстрого вызова Alt+N). Эти пункты дублируются кнопками на панели инструментов:  или . Программа автоматически ищет и загружает данные соответственно предыдущего или последующего выпуска.

Наконец, в расширенной редакции ПО «APMView» доступен редактор диаграмм, который позволяет гибко манипулировать отображением данных, экспортировать и импортировать данные в текстовом, графических и других (HTML, XML, XLS) форматах, наносить на диаграммы произвольные комментарии и т.д. Эти возможности были использованы при подготовке данного пособия.

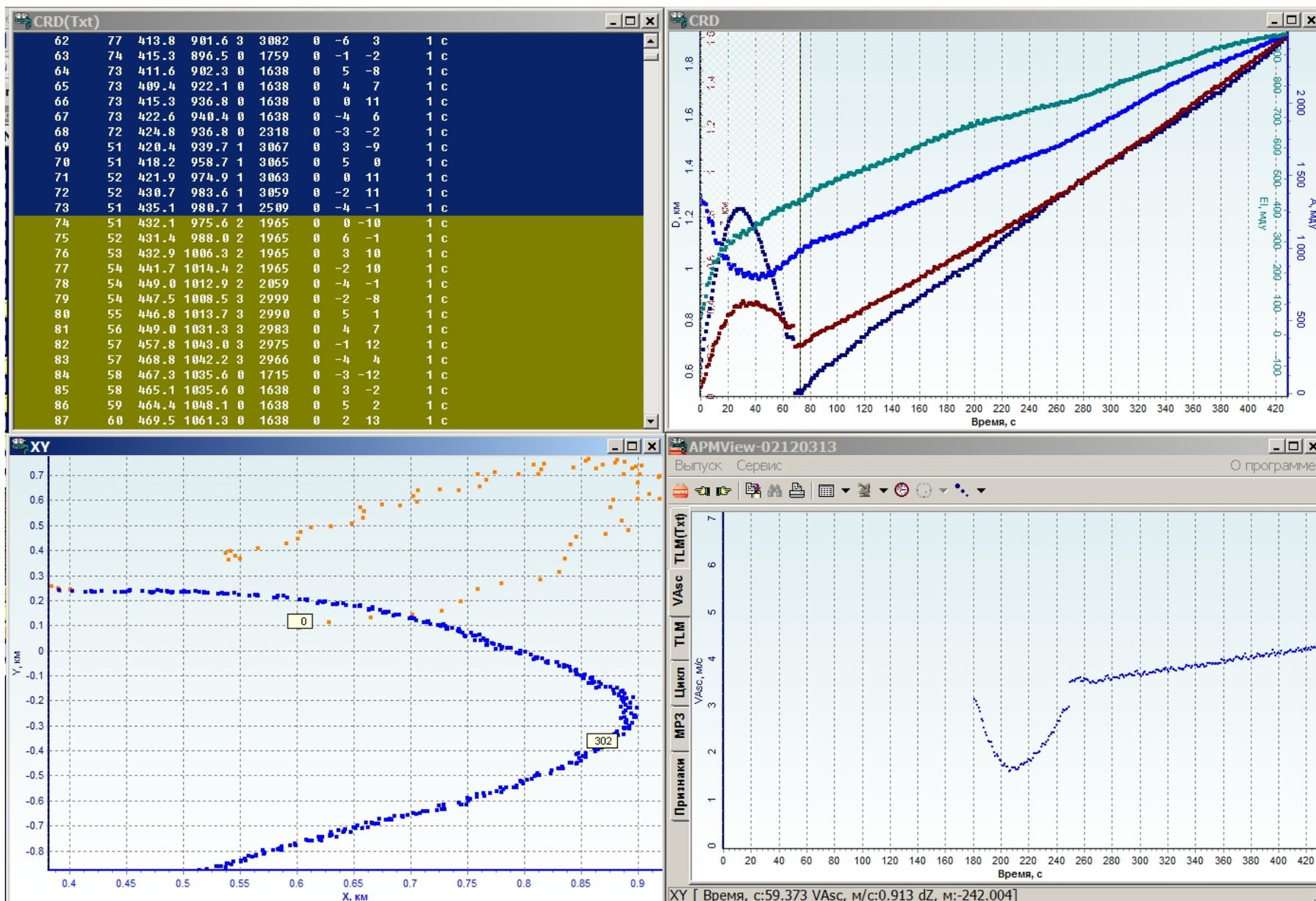


Рисунок 2.3-12. Плавающие окна в ПО «APMView»

Помимо ПО «APMView» по отдельному заказу дополнительно поставлялось еще две утилиты для АРМ Аэролога, имеющие отношение к анализу координатно-телеметрическим данных: «Грубо?..Точно!» и «Сопровождение Солнца».

ПО «Грубо?..Точно!», позволяет провести оперативный контроль согласования шкал непосредственно с пульта АВК – силами одного оператора, а при необходимости, обеспечить выполнение настроечных работ. Поскольку при использовании АРМ Аэролога устройство УС96 позволяет одновременно регистрировать и грубый и точный отсчет по каждой из угловых координат, имеется возможность производить проверку и согласование шкал без применения контрольно-измерительного оборудования (осциллографа и частотомера). При этом наряду с отображением итоговых отсчетов угла места и азимута в малых делениях угломера используется двоичное отображение кода каждого отсчета (ГО и ТО) в отдельности, что позволяет более наглядно судить об относительном положении фазовращателей соответствующей координаты.

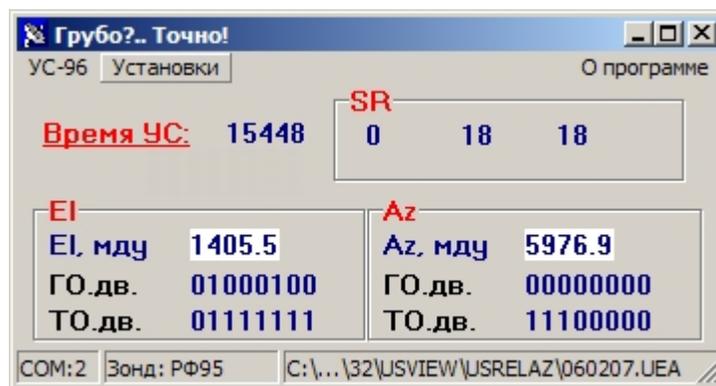


Рисунок 2.3-13. ПО «Грубо?..Точно!»

Если на станции отсутствуют специалисты, способные провести настройку согласования грубого и точного отсчетов, имеется возможность записать в файл результаты регистрации показаний обеих шкал и дистанционно определить с помощью соответствующих специалистов (например, в ССИ) поправки к алгоритму коррекции показаний шкал, чтобы затем внести их в настройки ПО. Это еще раз подчеркивает, насколько полезной может быть возможность регистрации сырых данных.

ПО «СОПРОВОЖДЕНИЕ СОЛНЦА» обеспечивает проведение работ по проверке ориентирования и горизонтирования антенной колонки комплекса АВК-1, модернизированного с применением АРМ Аэролога, с использованием автоматического сопровождения радиоизлучения Солнца. ПО позволяет проконтролировать наличие надежного захвата Солнца и его сопровождения системой угловой автоматики АВК и обеспечивает отображение в реальном времени расчетной и наблюдаемой АВК траектории движения Солнца в координатах угол места – азимут, не требующей высокой точности установки времени ПЭВМ, имеется возможность анализа сохраненных данных сопровождения Солнца.

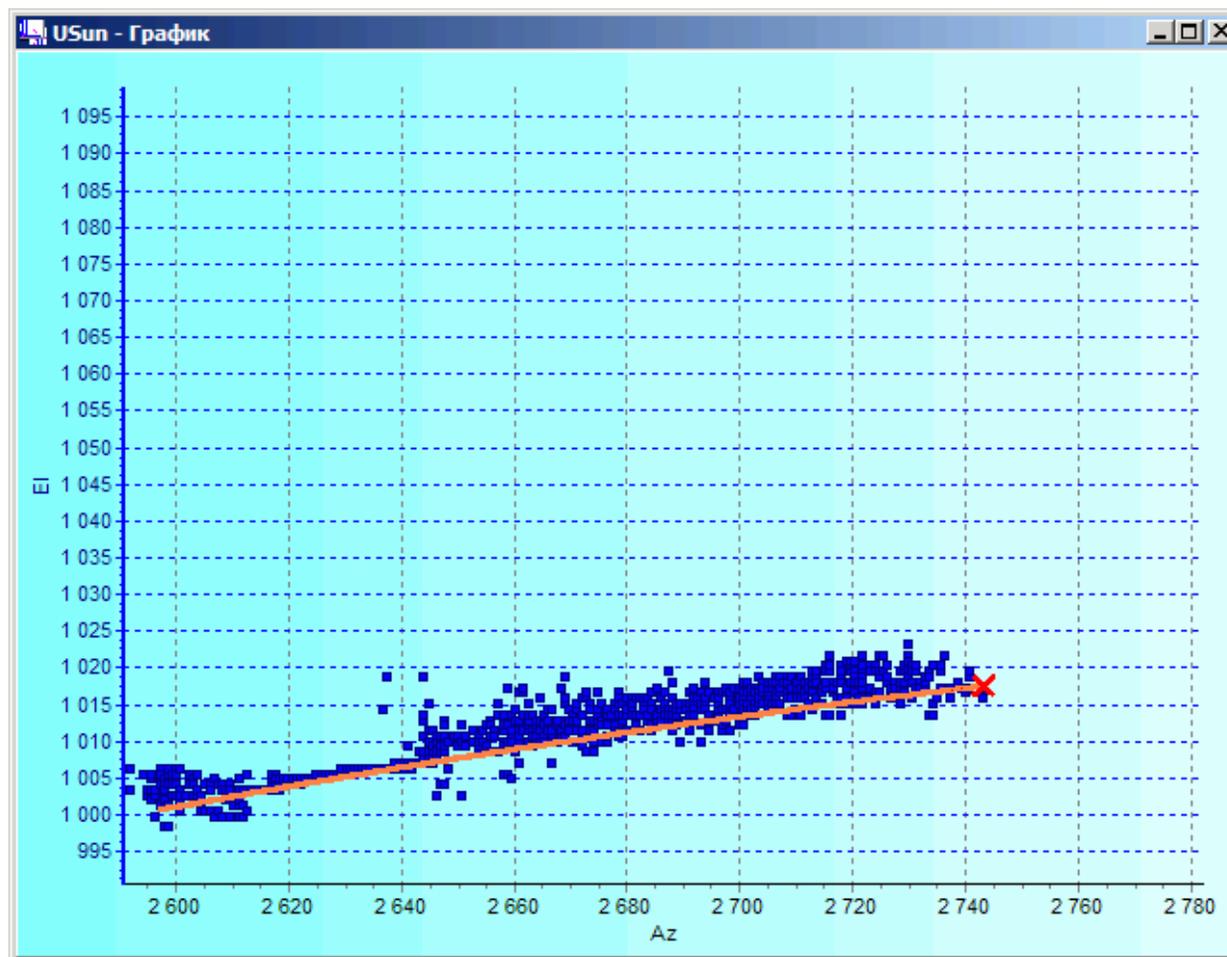


Рисунок 2.3-14. Отображение данных¹⁰ автоматического сопровождения Солнца в реальном времени в ПО «СОПРОВОЖДЕНИЕ СОЛНЦА».

Поскольку, как правило, программные средства, входящие в поставку АРМ Аэролога, недоступны для аэрологов-методистов и специалистов ССИ в ЦГМС-Р и УГМС, ФГУП «КОМЕТ» разрабатывались специальные версии «АРХИВ» и ряда другого ПО для использования в ЦГМС-Р и УГМС в целях обучения, методического руководства, анализа качества данных зондирования, информационного обеспечения, контроля и анализа работы радиозондов и аппаратуры АВК с АРМ Аэролога, АВК с АРМ Аэролога, МАРЛ-А, «Вектор-М».

¹⁰ Угол места и азимут показаны в малых делениях угломера [мду].

Версия ПО «АРХИВ-АП» предназначена для анализа и просмотра архивов данных АВК-АП «ЭОЛ», МАПЛ-А и «Вектор-М» и соединяет в себе возможности ПО «АРХИВ» и «АРМView» с учетом состава архивируемых данных. ПО позволяет загружать либо полный набор координатно-телеметрических данных, либо только файлы RAW (RAWDATA), либо только координатно-телеметрические данные.

В зависимости от состава загруженных файлов могут быть доступны следующие вкладки:

С результатами обработки

«Первичный»/«Вторичный» – содержимое файлов TAE03(TAE3) и KN04(KN4) для выбранного выпуска/для второго выпуска, выбранного для сравнения.

«Температура и влажность»/«Ветер»– вертикальные профили температуры Т (красный) и влажности U (зеленый)/ направления D (темно-синий) и скорости ветра V (синий) в зависимости от высоты. На графиках сплошными линиями отображены данные из файлов TAE03(TAE3), точками – данные из файлов RAW (RAWDATA) и пунктирными линиями – данные из файлов TAE03(TAE3) второго выпуска (для сравнения). Программа автоматически отмечает участки профиля температуры с градиентом, превышающим 1.3 °C/100 м, коричневым цветом, для анализа выбора тропопаузы предусмотрена возможность построения линий с градиентом 2 и 3 °C/км, для анализа выбора особых точек предусмотрена возможность построения допусков 1 и 2 °C.

«Телеметрия» – диаграмма с графиками показанного точками временного хода температуры Т (красный) и влажности U (зеленый) из файла TLM. Тонкими линиями отображаются эти же величины из файлов RAW (RAWDATA). Имеется возможность одновременного отображения телеметрических данных второго выпуска, которая очень полезна при проведении спаренных выпусков.

«Координаты» – диаграмма с графиками показанного точками временного хода дальности D (темно-синий), геометрической высоты Z (коричневый), рассчитанной по текущим значениям дальности и угла места с учетом стандартной поправки за рефракцию и кривизну Земли, азимута A (синий) и угла места E (сине-зеленый) из файла CRD. Тонкими линиями отображаются эти же величины из файлов RAW (RAWDATA). Имеется возможность одновременного отображения координатных данных второго выпуска (координаты для второго выпуска обозначаются более светлыми цветами¹¹). Внизу окна имеются еще две диаграммы для оценки дисперсии углов, дальности и высоты, которые носят экспериментальный характер. Их рассмотрение выходит за рамки данного пособия.

«Траектория» – диаграмма с графиком показанной точками горизонтальной проекции траектории полета радиозонда, рассчитанной по текущим значениям координат из файла CRD. Тонкой линией отображается траектория, построенная по данным дальности, угла места и азимута из файлов RAW (RAWDATA). Имеется возможность

¹¹ При необходимости на любой из диаграмм может быть отображена легенда

одновременного отображения траектории второго выпуска (обозначаются более светлым цветом). Расположению АРВК соответствует точка с координатами (0;0).

«**Скорость подъема**» – диаграмма с графиком показанного точками временного хода вертикальной скорости подъема радиозонда, рассчитанной по текущим значениям дальности и угла места из файла CRD. Тонкой линией отображается скорость подъема, построенная по данным дальности и угла места из файла RAW (RAWDATA). По умолчанию скорость подъема рассчитывается с лагом 180 с.

«**TD**» – для выпусков на АРВК «Вектор-М»¹² диаграмма с графиками временного хода средних за канал периодов следования импульсов в телеметрических каналах радиозонда. Цвета используются следующим образом: коричневый - опорный канал, красный – первый канал температуры, сине-зеленый – канал влажности, розовый – второй канал температуры.

«**3D**» – диаграмма с графиком показанной линией пространственной траекторией полета радиозонда, рассчитанной по текущим значениям дальности, угла места и азимута из файлов CRD. Имеется возможность одновременного отображения траектории второго выпуска (обозначаются более светлым цветом).

ПО снабжено редактором диаграмм, облегчающим печать и презентацию диаграмм, а также позволяет «пролистывать» выпуски по срокам – выполненные в те же сутки, предшествующие или предыдущие, что ускоряет просмотр при необходимости анализа большого количества выпусков. Большинство диаграмм в данном пособии выполнено с его помощью. Упрощенная версия ПО «АРХИВ-АП» доступна для загрузки на странице <http://komet.webzone.ru/kats/apchivel.htm> и может быть свободно использовано для просмотра и анализа данных.

Также, на странице <http://komet.webzone.ru/kats/usunl.htm> доступны для загрузки и свободного использования упрощенные версии программы «Сопровождение Солнца» для просмотра и экспресс-анализа сопровождения радиоизлучения Солнца системами АВК-АП «ЭОЛ», АВК-АРМ Аэролога, МАРЛ-А и Вектор-М. Программа также обеспечивает расчет и вывод координат Солнца в реальном времени для заданной географической точки, что может быть использована для наведения антенны АРВК на Солнце и контроля сопровождения для АВК-1 и Вектор-М.

¹² При условии загрузки соответствующего CD-файла или, для первых версий ПО «Вектор-М», TD-файла (см. Приложение)



Рисунок 2.3-15. Вертикальные профили температуры и влажности в ПО «АРХИВ-АП».

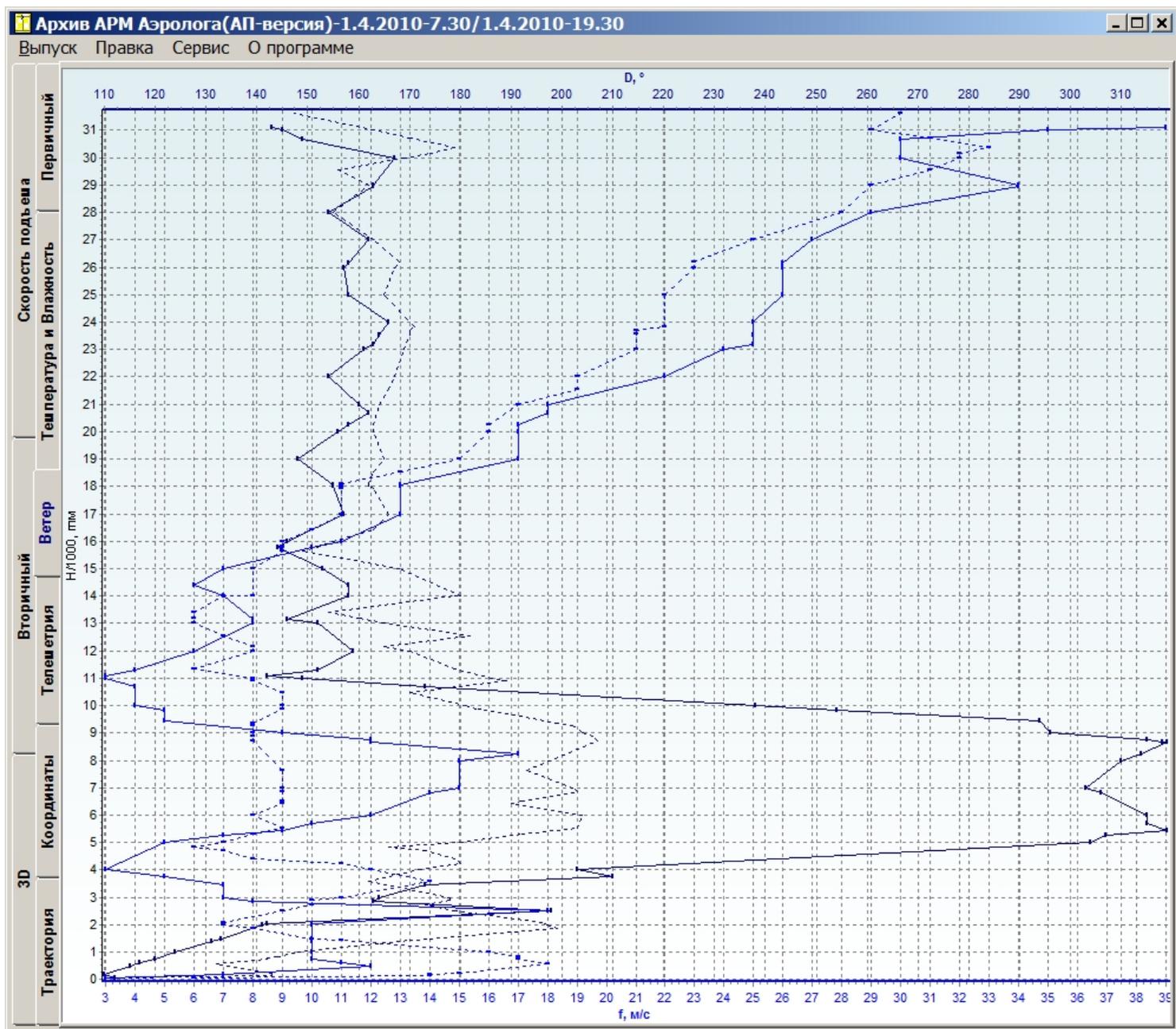


Рисунок 2.3-16. Вертикальные профили направления и скорости ветра в ПО «АРХИВ-АП».

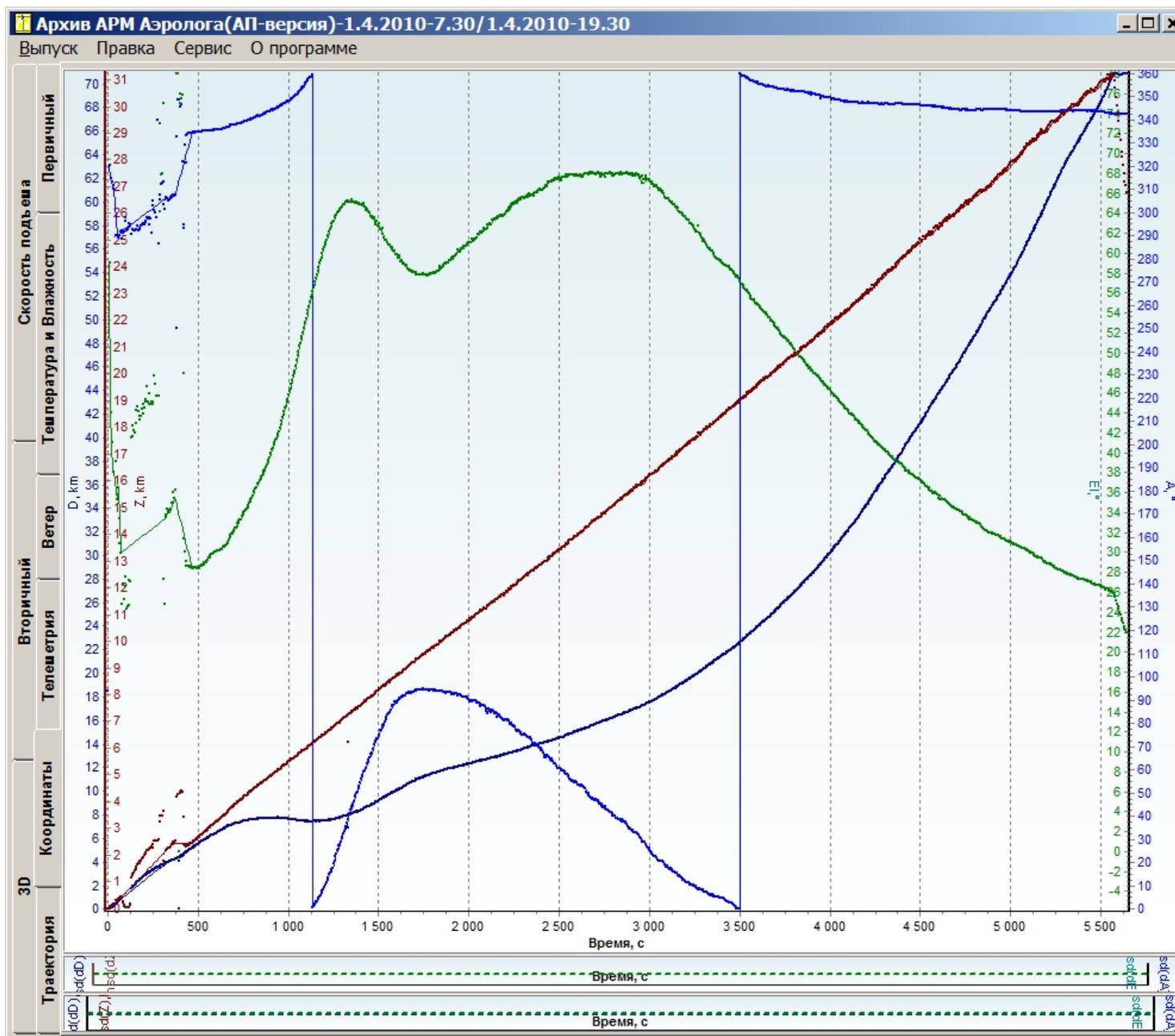


Рисунок 2.3-17. Отображение координат в ПО «АРХИВ-АП».

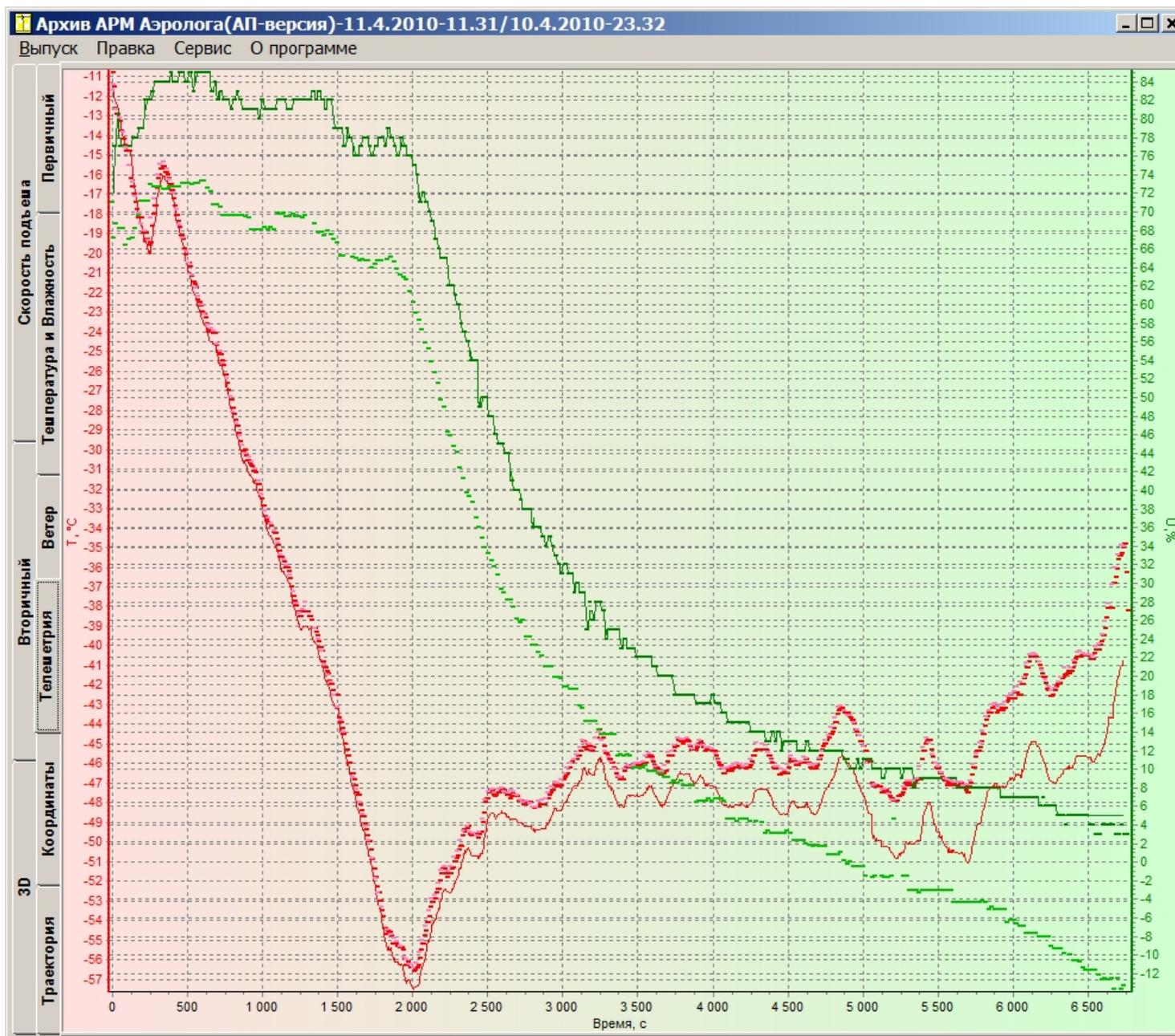


Рисунок 2.3-18. Отображение телеметрии в спаренном выпуске на МАРЛ-А и АВК-1 в ПО «АРХИВ-АП».

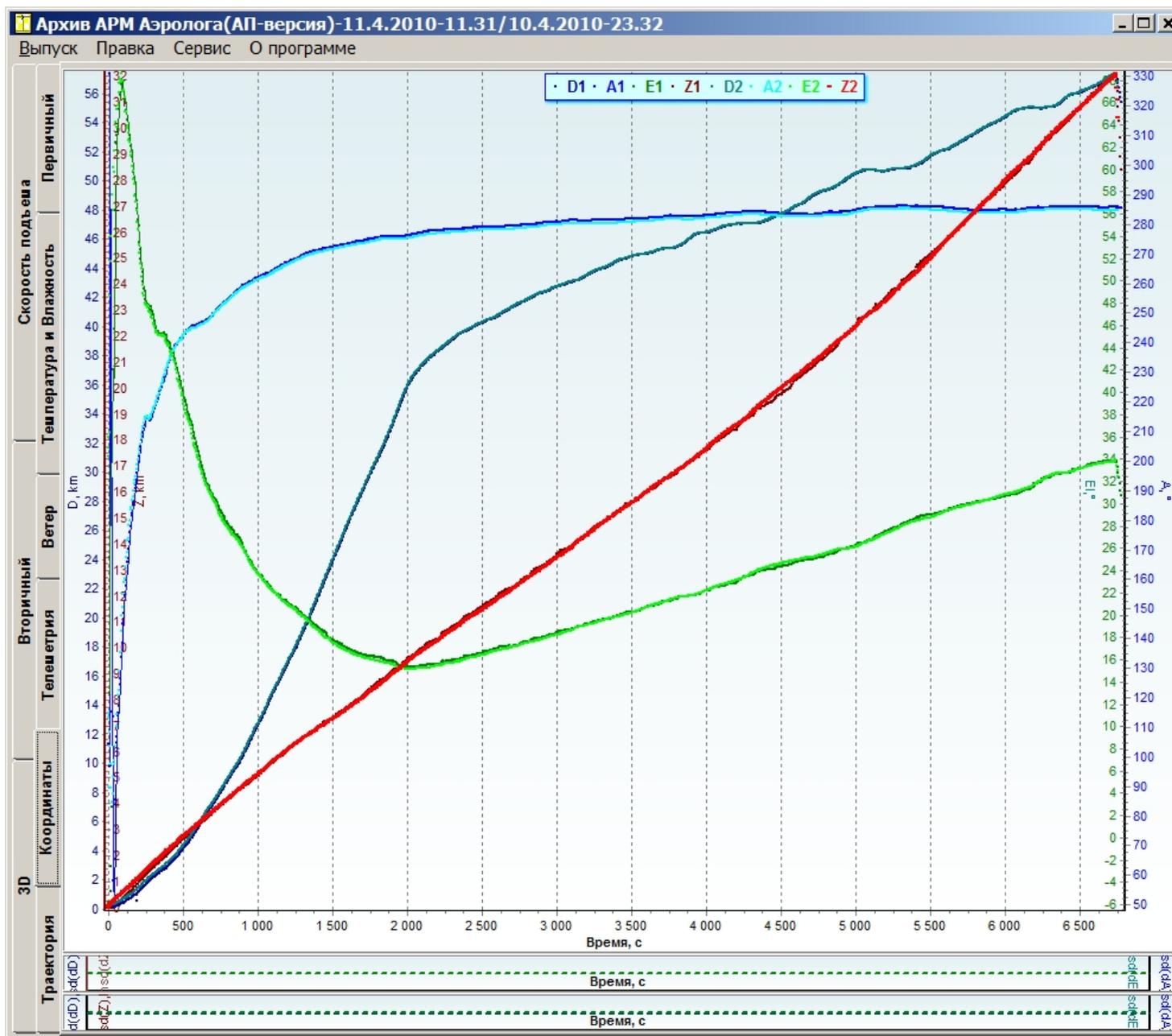


Рисунок 2.3-19. Отображение координат в спаренном выпуске на МАРЛ-А и АВК-1 в ПО «АРХИВ-АП».

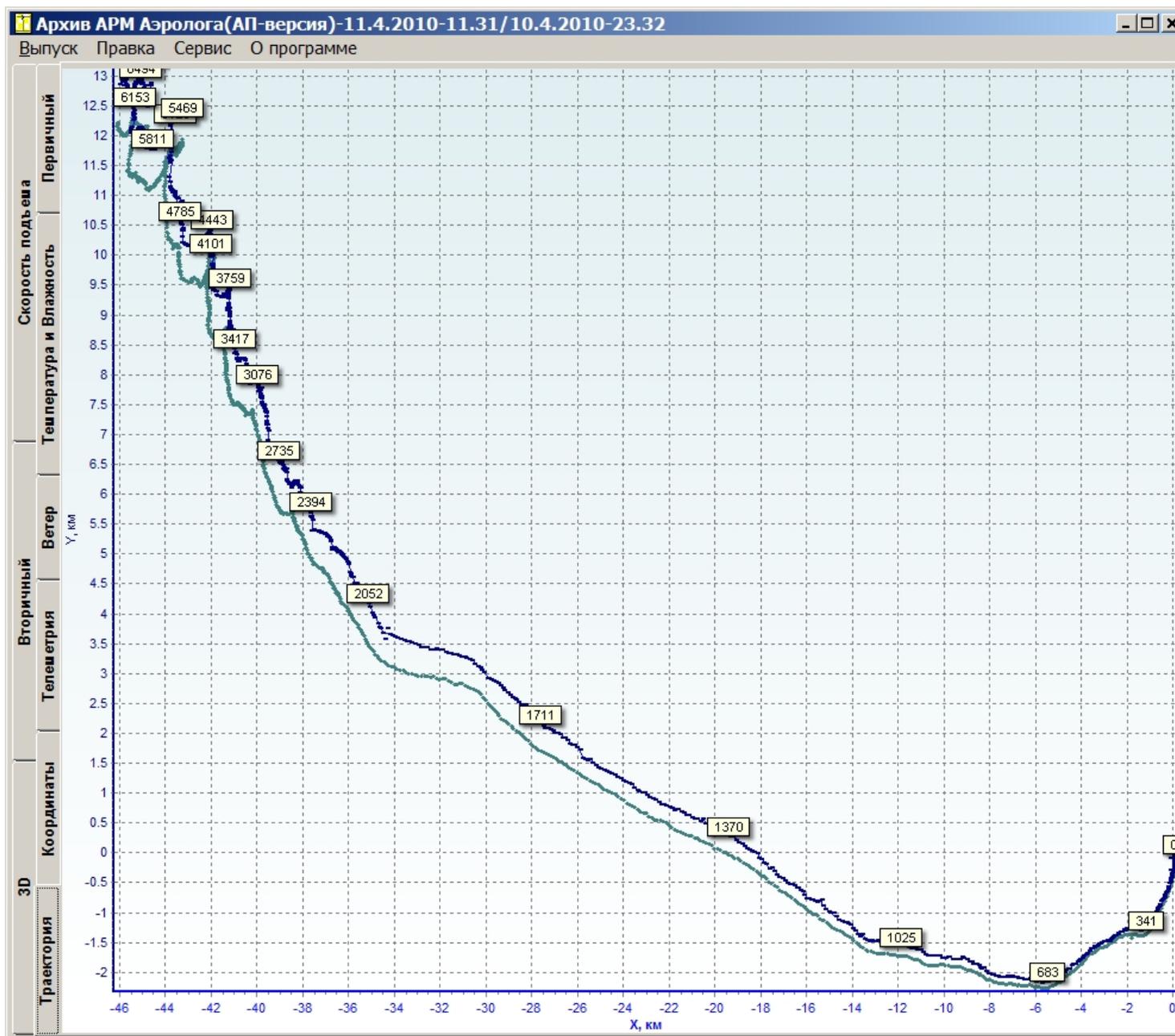


Рисунок 2.3-20. Отображение горизонтальной траектории в спаренном выпуске на МАРЛ-А и АВК-1 в ПО «АРХИВ-АП».

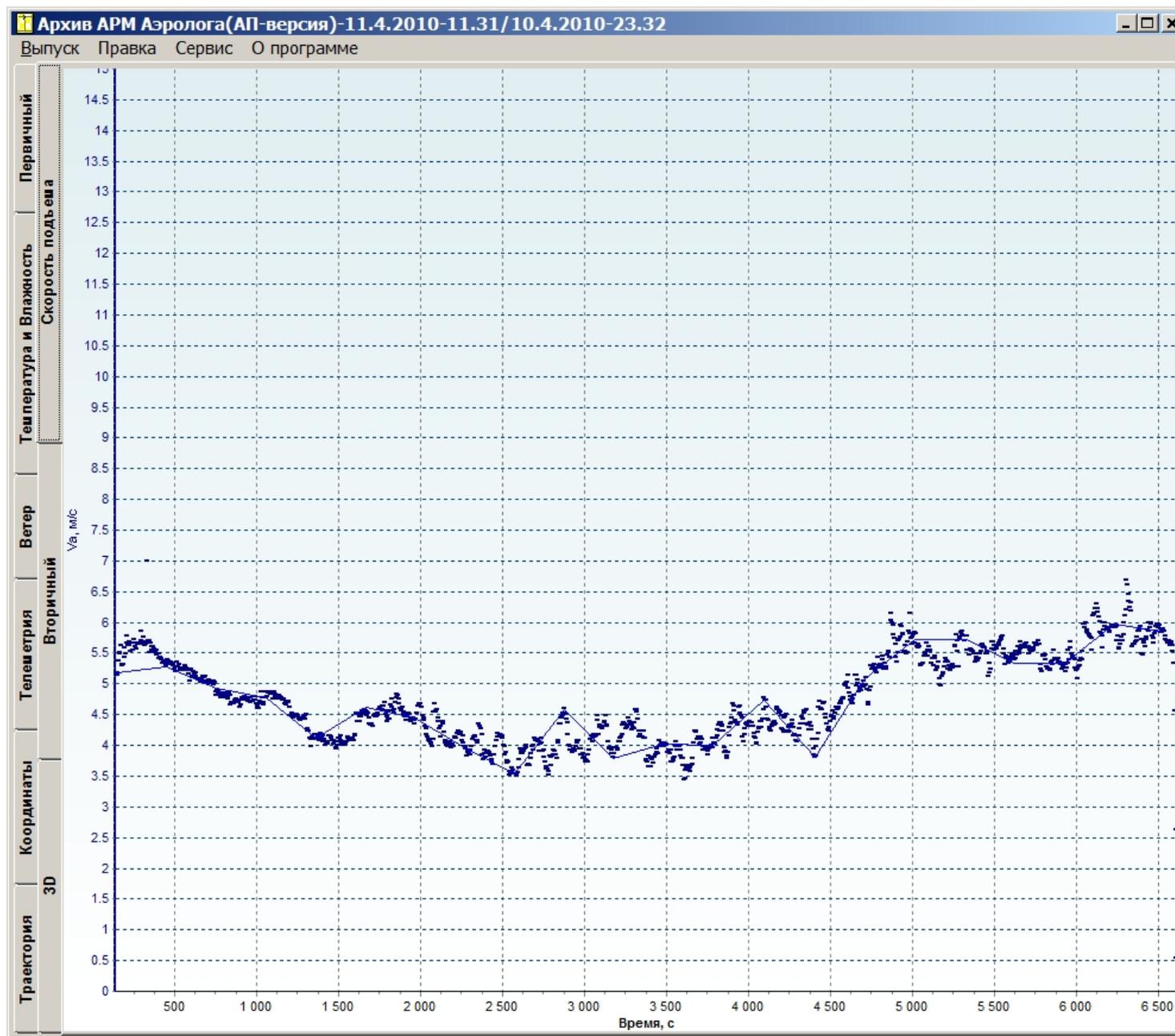


Рисунок 2.3-21. Отображение скорости подъема радиозонда в ПО «АРХИВ-АП».

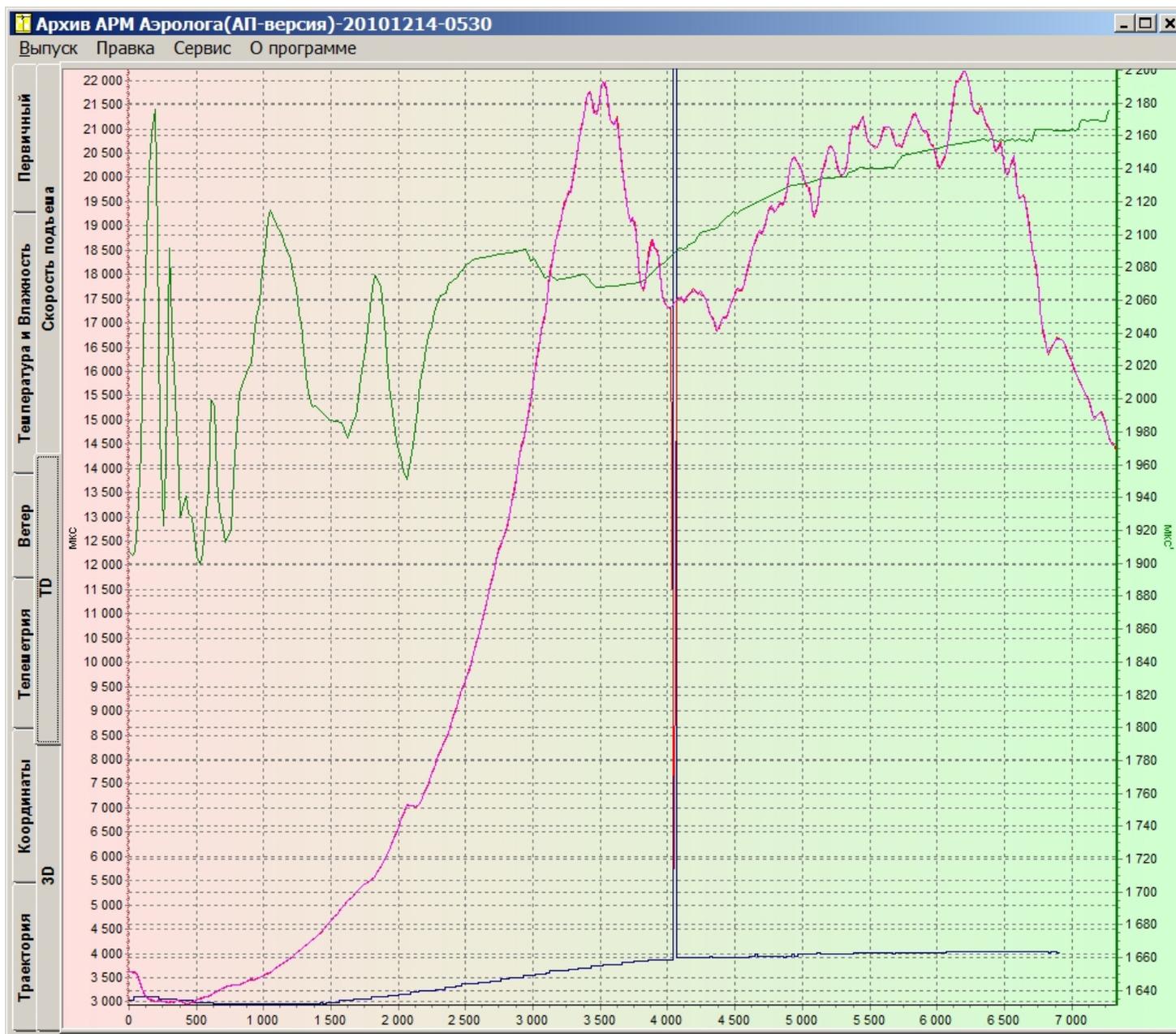


Рисунок 2.3-22. Отображение телеметрических периодов выпуске на «Вектор-М» в ПО «АРХИВ-АП».

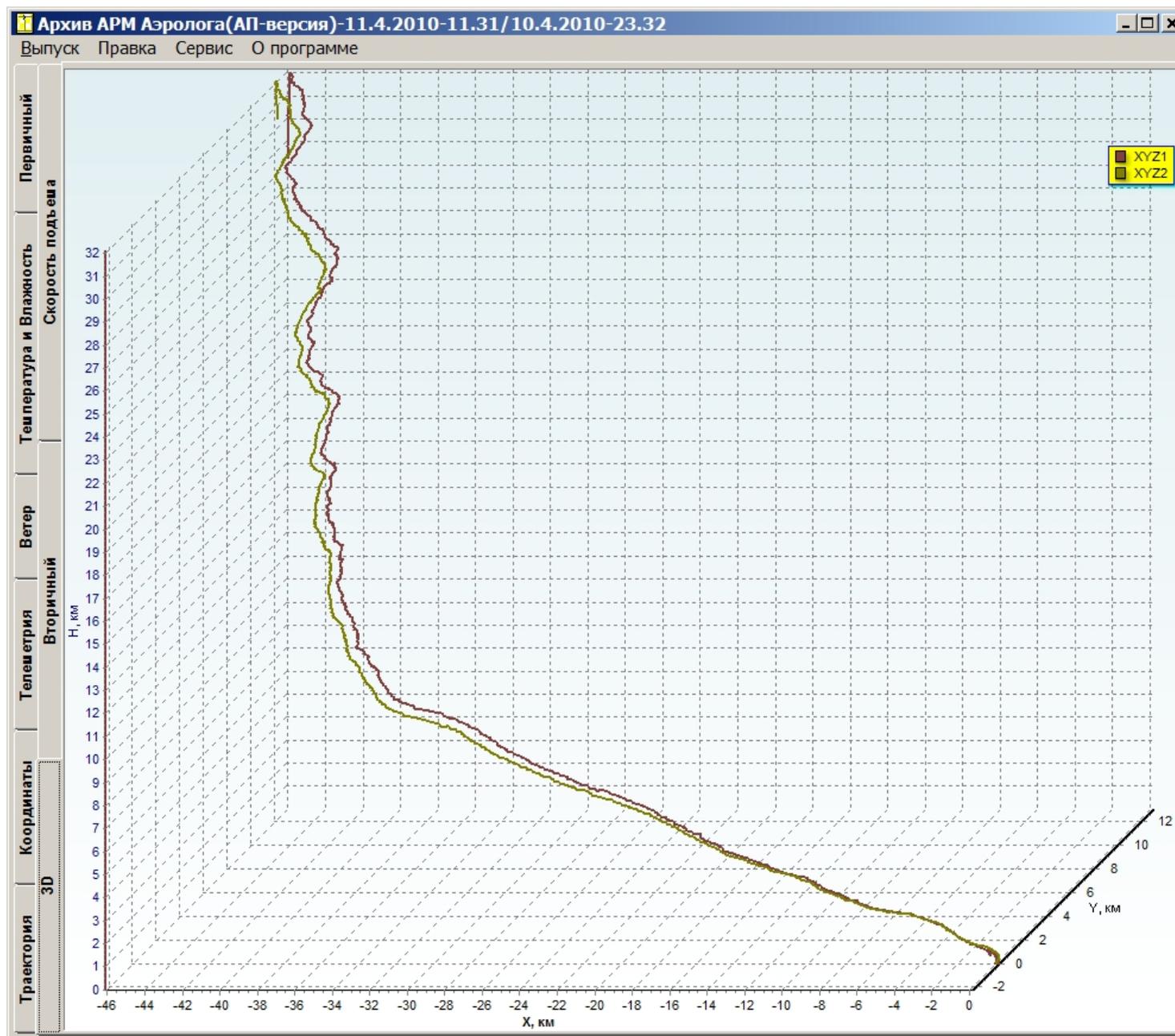


Рисунок 2.3-23. Отображение пространственной траектории в спаренном выпуске на МАРЛ-А и АВК-1 в ПО «АРХИВ-АП».

В ПО «Аэрологический процессор радиолокатора МАРЛ-А», как и в АП «ЭОЛ», во время выпуска можно косвенно судить о качестве сырых данных по графикам зависимости температуры, влажности, направления и скорости ветра, расположенным на вкладках «Температура/Влажность» и «Ветер» главного окна и содержащим вертикальные профили индикаторного характера, построенные по неотфильтрованным сырым данным. В управляющей программе «Вектор-М» и такой возможности не предусмотрено. Как уже упоминалось выше, оба новых АРВК снабжены сходным ПО «Телеграмма» для анализа и обработки данных, которое на вкладке «Полет» позволяет просмотреть в графическом виде сырые данные температуры, влажности, угла места, азимута и высоты в зависимости от полетного времени как во время выпуска, так и после его завершения. На графиках красными точками отображаются сомнительные значения, масштабирование графиков на вкладке «Полет» недоступно. Кроме вкладки «Полет» графики угла места и азимута могут быть доступны на вкладке «Сравнение», на которой в зависимости высоты отображаются в сравнении результаты обработки двух выпусков: температура, влажность, направление и скорость ветра, угол места и азимут (проконтролированные и сглаженные). Данные основного выпуска отображаются синей, данные второго – красной линиями, масштабирование графиков недоступно. Следует подчеркнуть, что использовать ПО «Телеграмма» для анализа данных из архива следует с чрезвычайной осторожностью – всякий раз при загрузке выпуска из архива все выходные файлы формируются заново! При этом, если по неосторожности отказаться от использования сохраненного выбора особых точек или воспользоваться иной версией ПО, потенциально возможно потерять результаты оригинальной обработки.

Наконец, следует хотя бы вкратце упомянуть о программе Dgv для настройки и проверки антенны комплекса МАРЛ-А, которая позволяет провести диагностику работоспособности антенной решетки в целом и ее отдельных элементов и сохранить результаты для последующего анализа специалистами в ССИ или ЦАО, если таковые отсутствуют на АЭ, а также настроить диаграмму направленности антенной решетки.

Что касается аэрологов-методистов и специалистов ССИ в ЦГМС-Р/УГМС, то программное обеспечение, поставляемое с новыми АРВК, для них фактически недоступно. Поскольку в настоящее время все файлы, сохраняемые ПО новых АРВК на диск ПЭВМ, являются текстовыми, то для опытного пользователя ПЭВМ в принципе не составит проблемы использования, например, Excel для анализа и визуализации данных. Однако помимо опыта использования Excel необходимы хорошее знание содержимого и форматов файлов с данными, аккуратность, чтобы исключить непреднамеренное искажение данных¹³, а также, не в последнюю очередь, довольно большие затраты времени. Поэтому актуальной является задача обеспечения специалистов, осуществляющих на местах методическое руководство наблюдениями и сопровождение технических средств радиозондирования, расширенными средствами анализа данных.

¹³ Например, приходилось встречать в файловых архивах случайно сохраненные в Excel данные, где, например, значение температуры 11.9 Excel заменил на 11 Сен 2009.

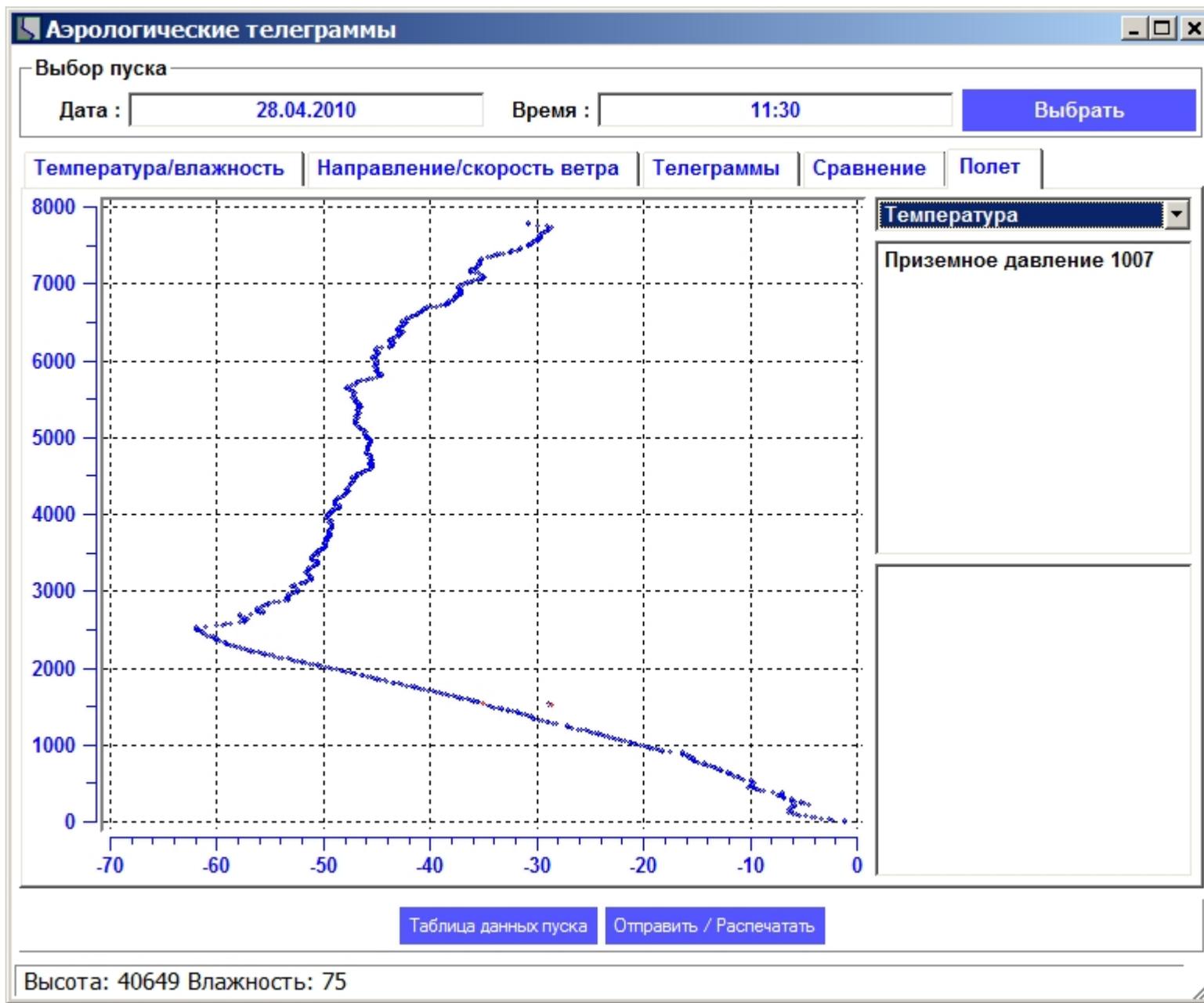


Рисунок 2.3-24. Отображение сырых данных температуры в ПО «Телеграмма».

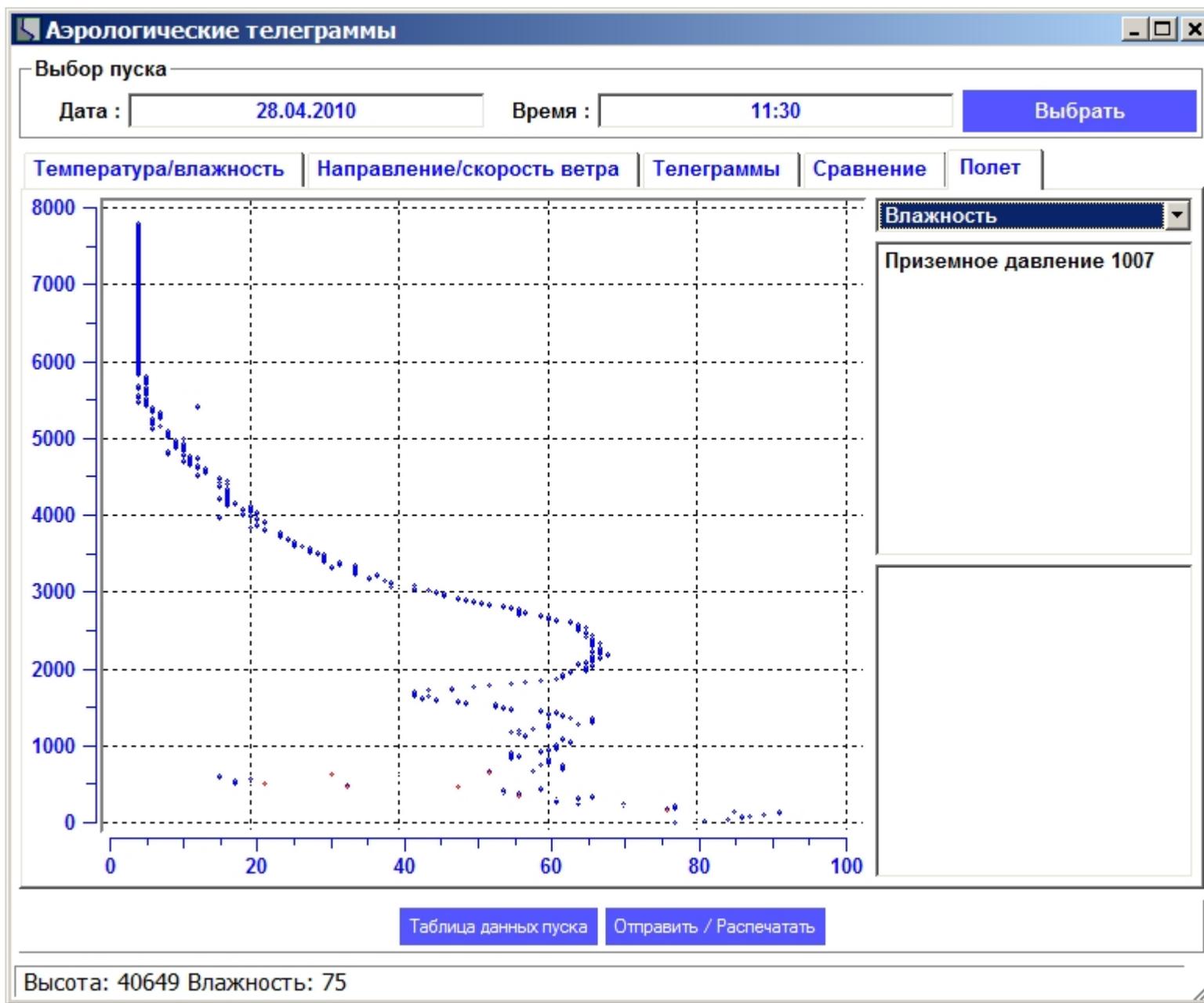


Рисунок 2.3-25. Отображение сырых данных влажности в ПО «Телеграмма».

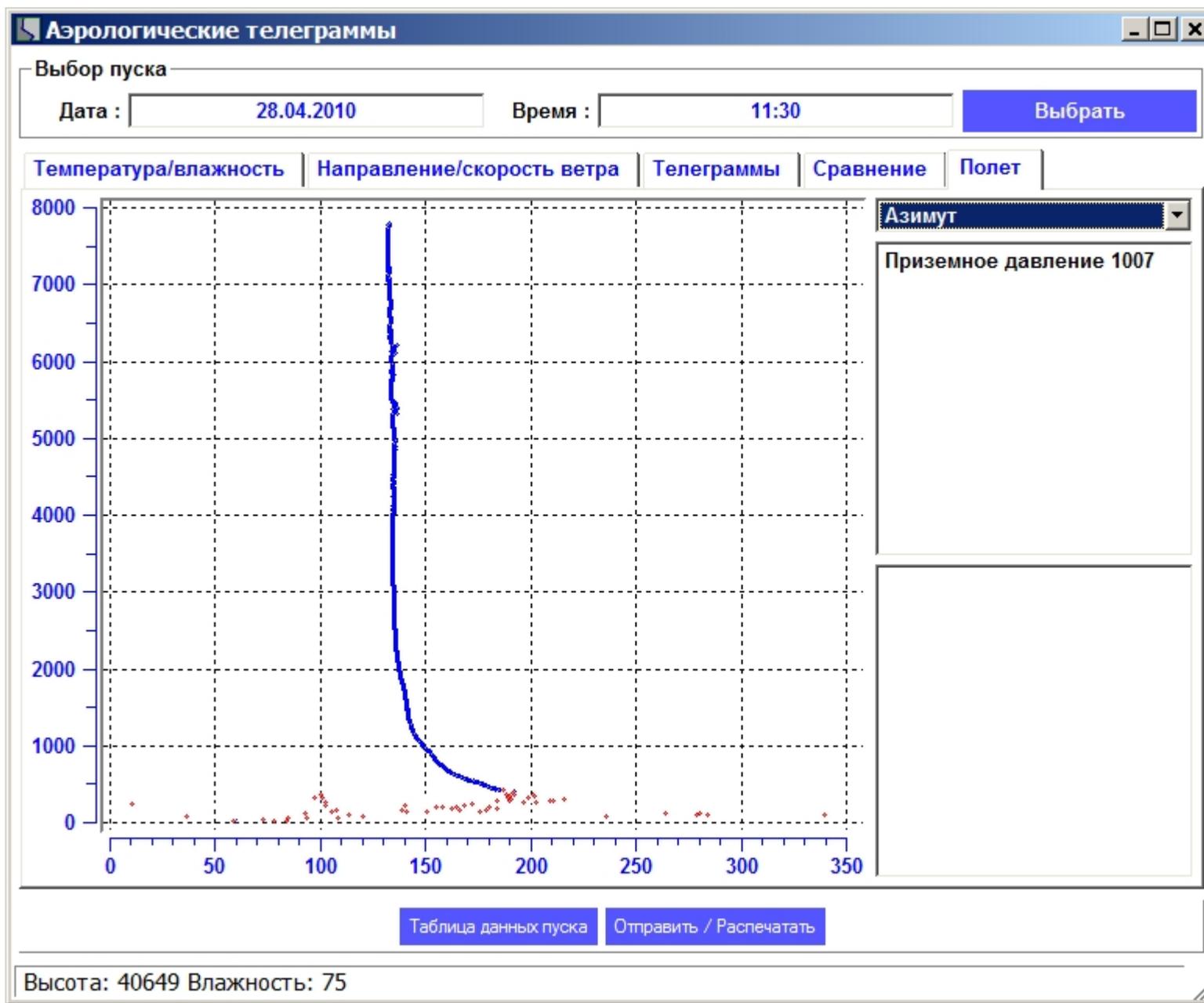


Рисунок 2.3-26. Отображение сырых данных азимута в ПО «Телеграмма».

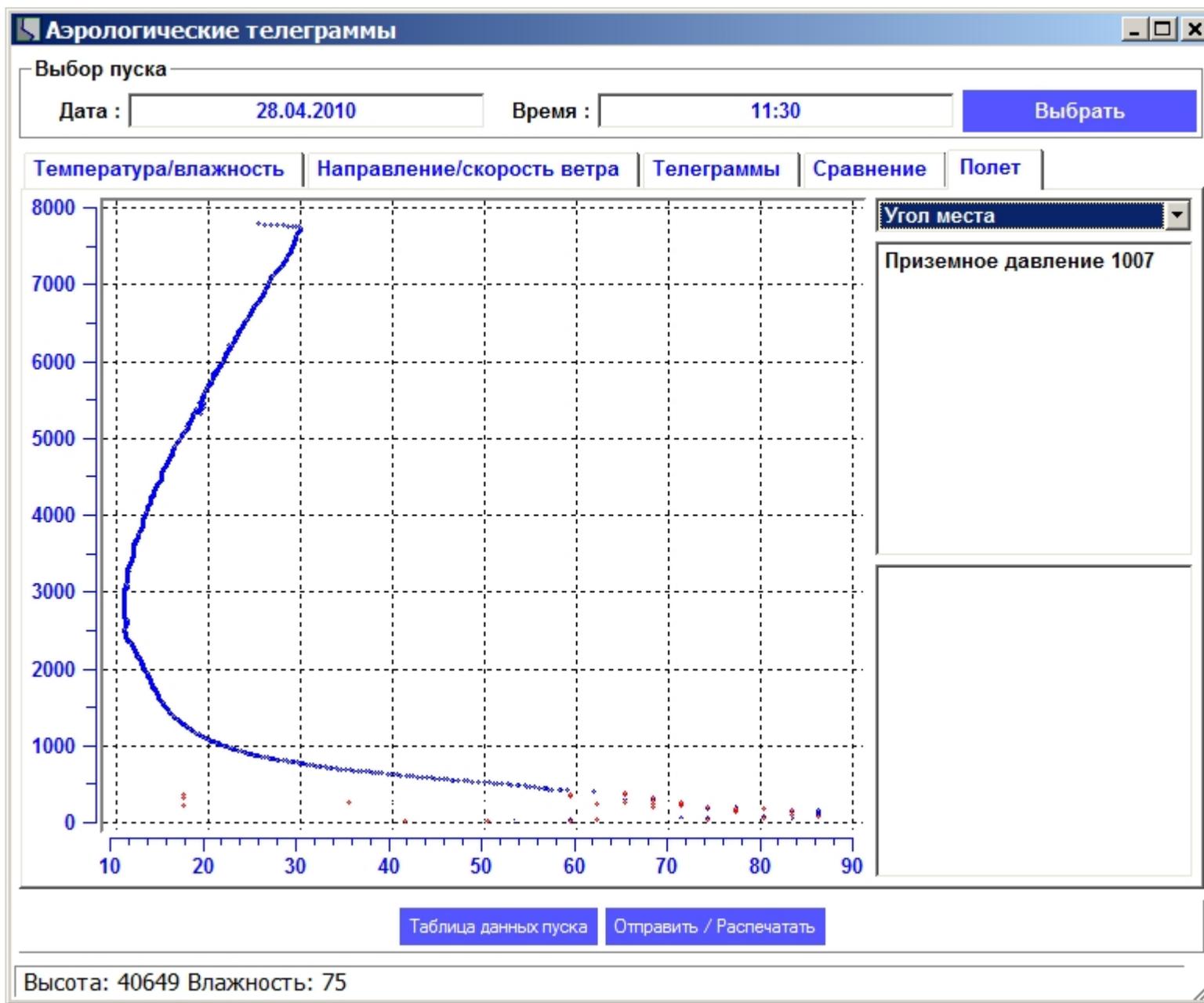


Рисунок 2.3-27. Отображение сырых данных угла места в ПО «Телеграмма».

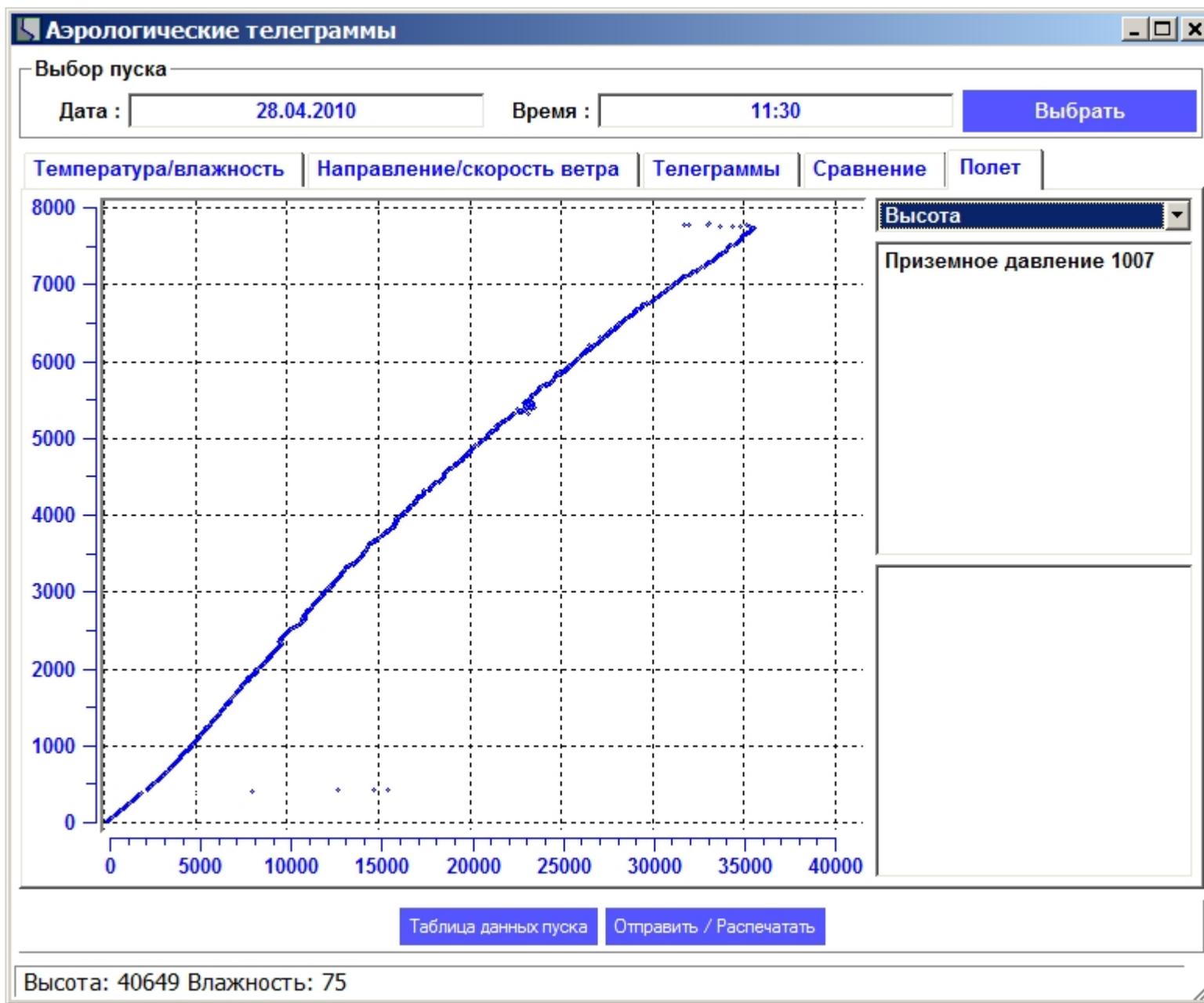


Рисунок 2.3-28. Отображение сырых данных высоты в ПО «Телеграмма».

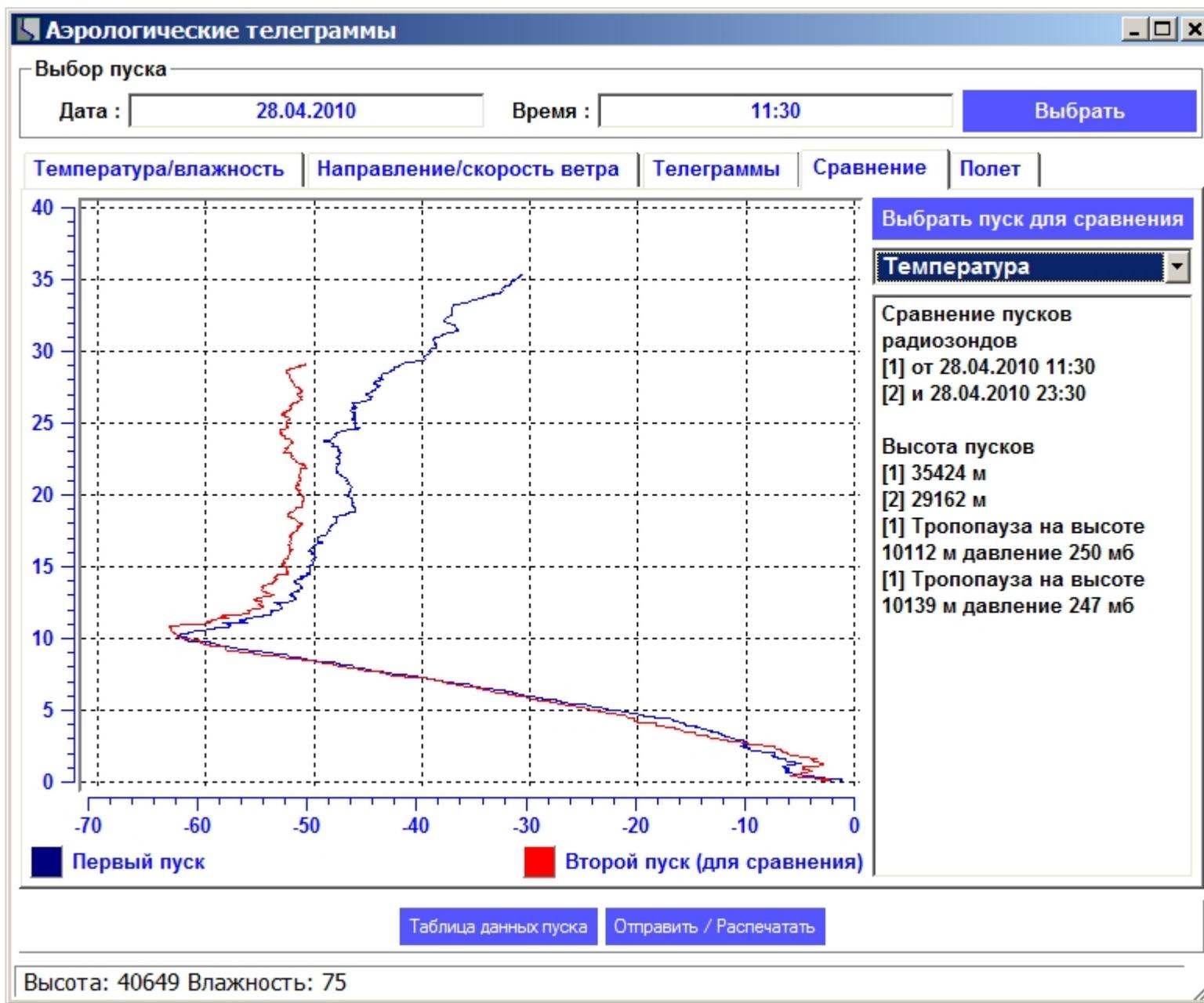


Рисунок 2.3-29. Сравнение температуры для двух выпусков в ПО «Телеграмма».

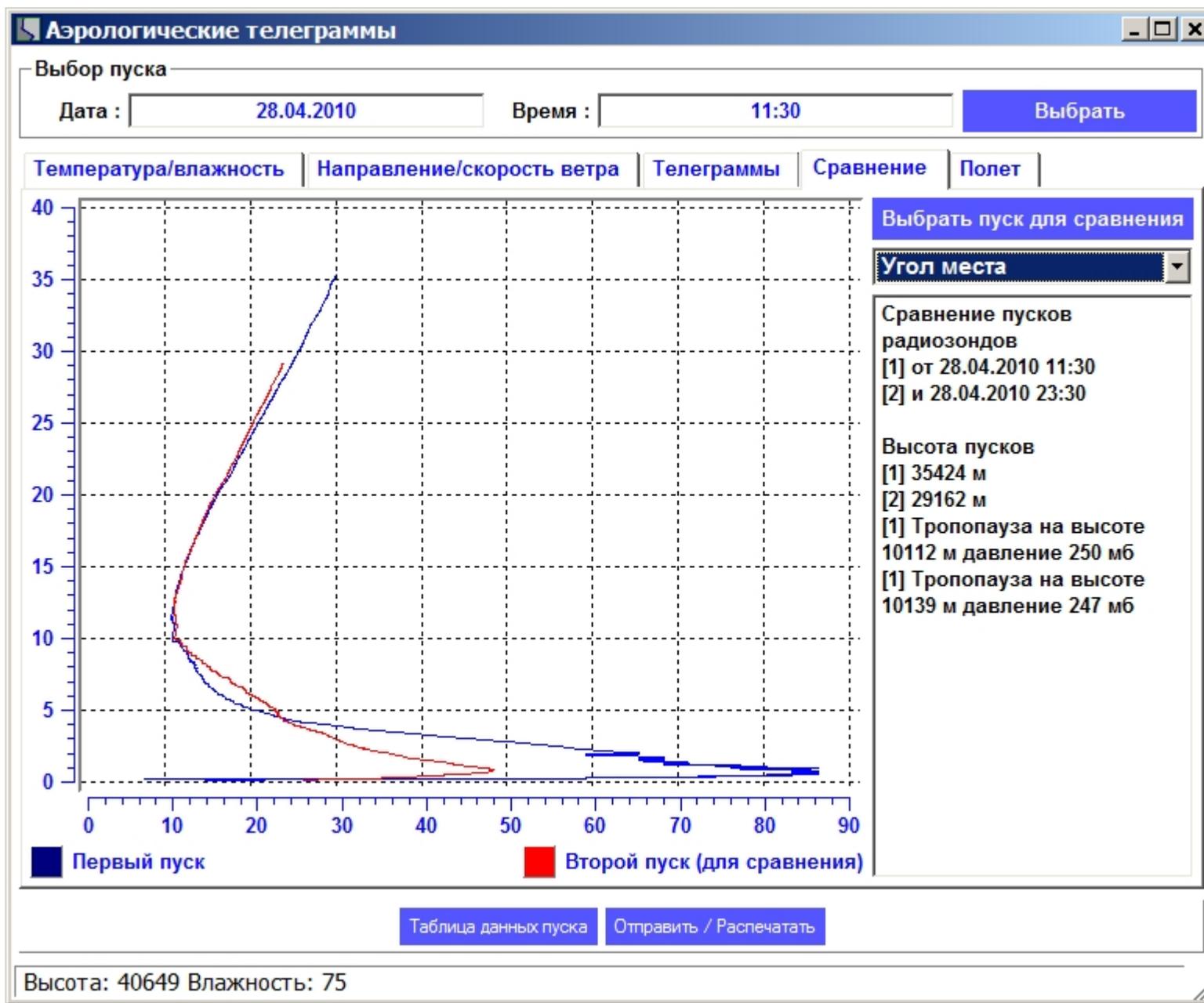


Рисунок 2.3-30. Сравнение угла места для двух выпусков в ПО «Телеграмма».

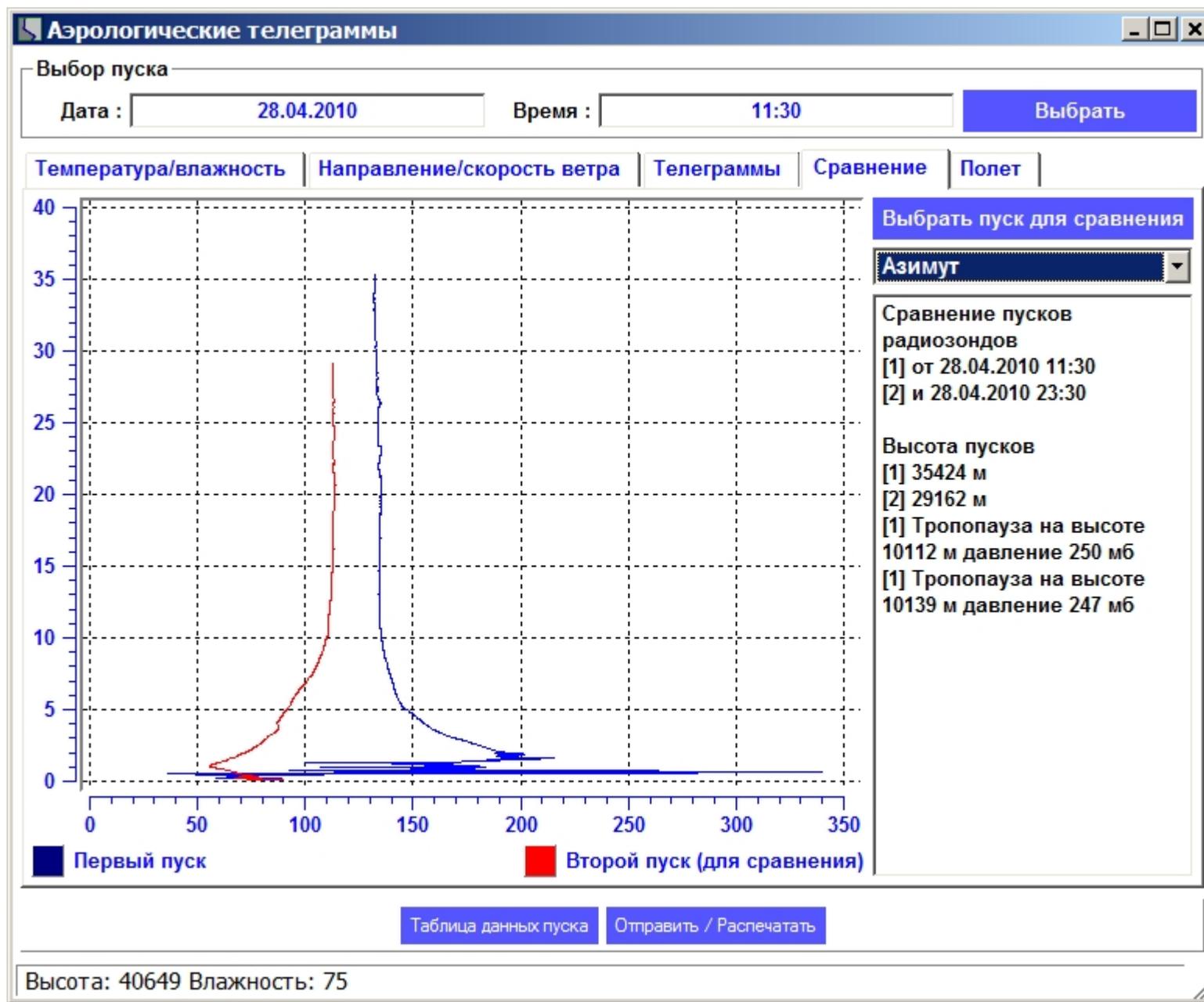


Рисунок 2.3-31. Отображение азимута для двух выпусков в ПО «Телеграмма».

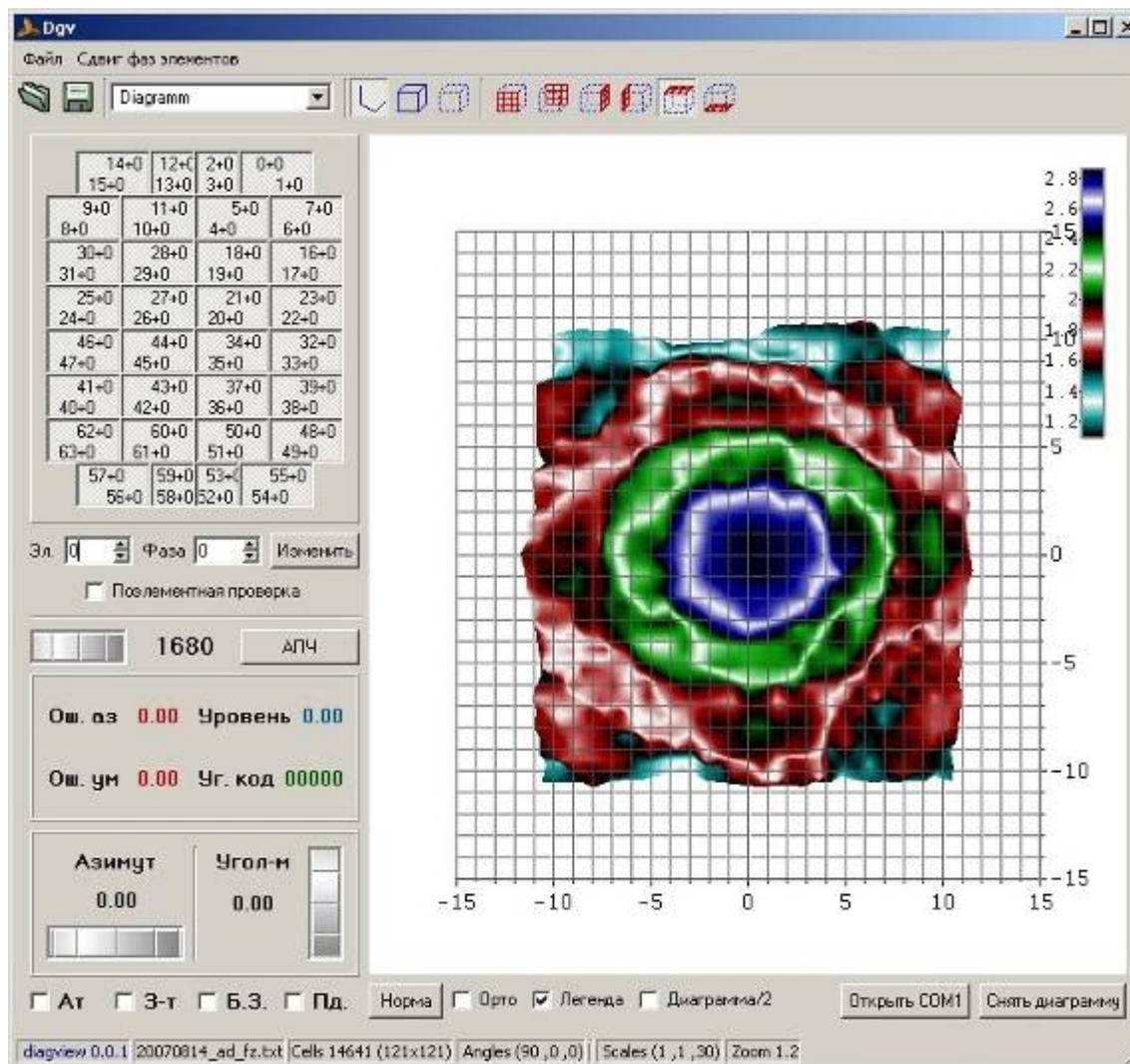


Рисунок 2.3-32. Программа настройки и проверки антенны комплекса МАРЛ-А

Автором в инициативном порядке разрабатывается ПО «Корректор», предназначенное для исправления ошибок ввода наземных данных (главное - ошибки ввода давления), исключения кадров телеметрии и локаций с недостоверными отсчетами, корректировки сбоев времени, а также для сохранения оригинальных исходных файлов и обеспечения возможности проверки результатов корректировки (см. рисунки 2.3-33 - 2.3-35). Кроме того, оно обеспечивает возможность преобразования исходных файлов новых АРВК к виду, совместимому с ПО АП «ЭОЛ».

Анализ координатно-телеметрических данных современных систем радиозондирования

Поскольку корректировка данных на АЭ должна производиться под руководством и при контроле аэрологов-методистов ЦГМС-Р/УГМС, распространение и поддержка программы «Корректор» осуществляется только через них.

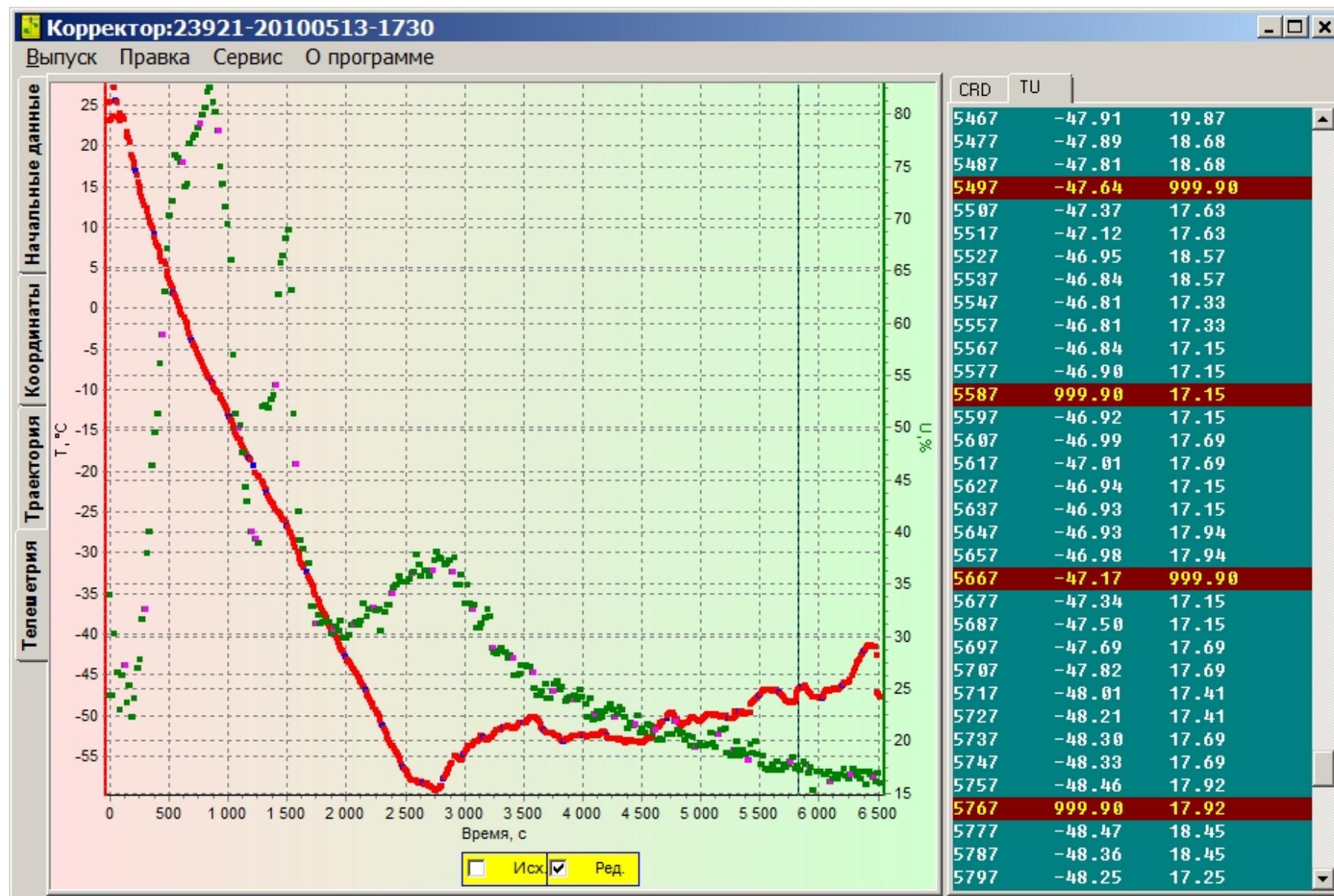


Рисунок 2.3-33. Исключение пропусков в tu-файлах «Вектор-М». Программа «Корректор».

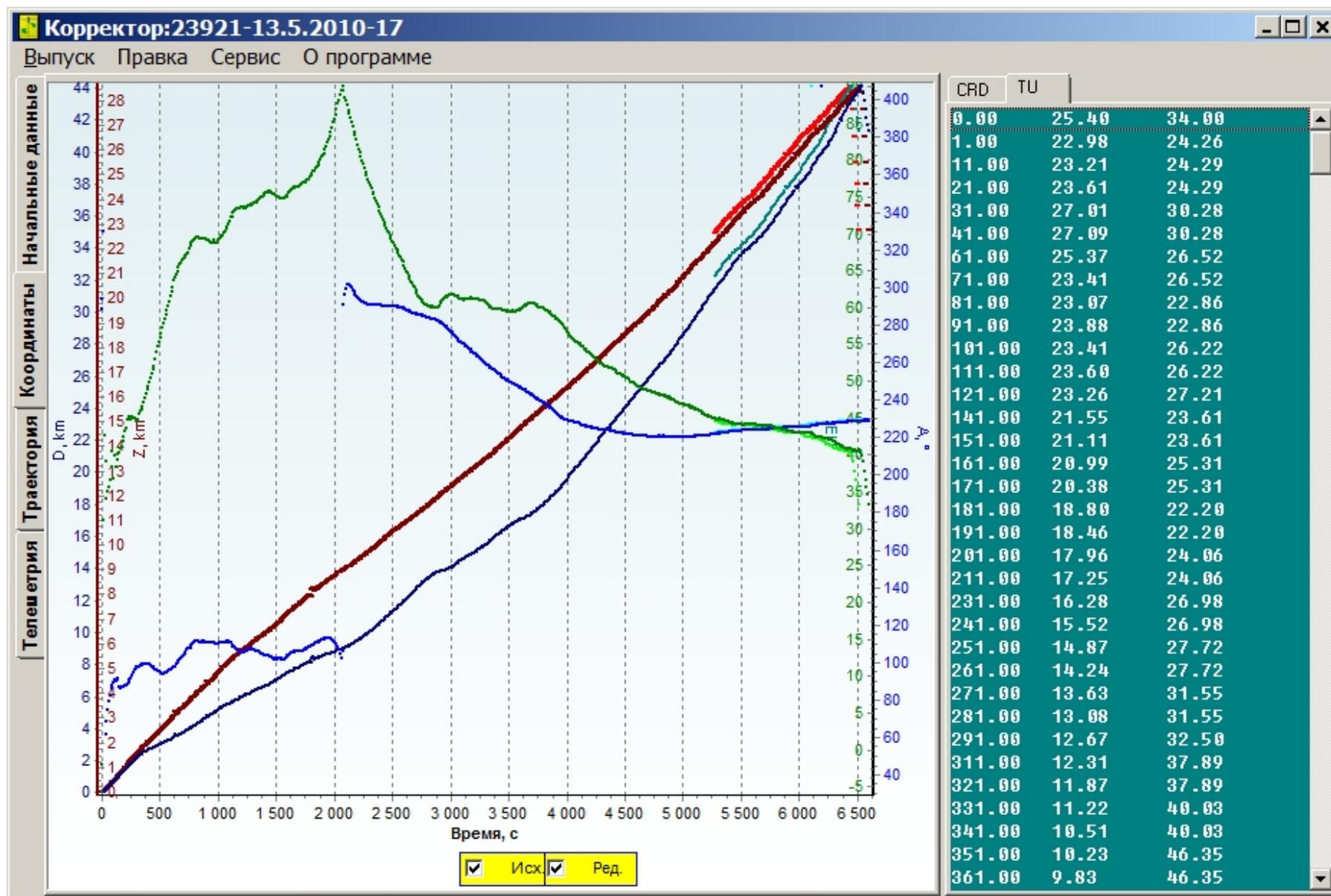


Рисунок 2.3-34. Корректировка сбоя времени в файлах «Вектор-М». Программа «Корректор».

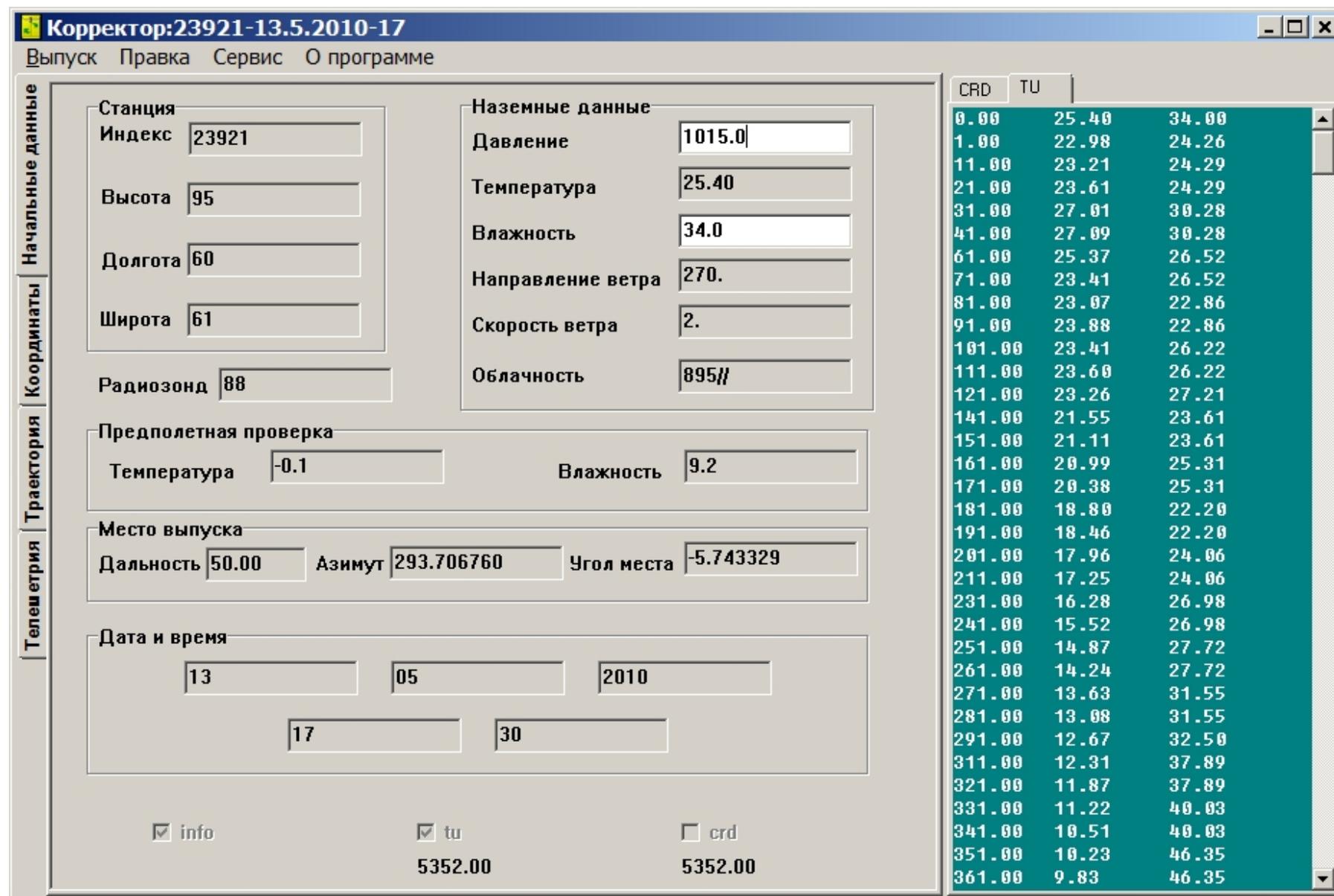


Рисунок 2.3-35. Корректировка наземных данных. Программа «Корректор».