

## Предварительное замечание:

Для исключения ошибок, в диагностике и расчетах, необходимо учитывать некоторые особенности работы системы впрыска, когда ЭБУ активно вмешивается в работу двигателя, осуществляя коррекции времени впрыска, угла опережения зажигания, изменяя сечение бейпасного клапана (шаги РХХ) и т.д. в соответствии с заложенной в него управляющей программой.

На осциллограмме ДР это выглядит как смещение нуля ДР вверх или вниз, т.к. обороты двигателя из-за вносимых ЭБУ коррекций постоянно «плавают» в некоторых пределах. Отсюда осциллограмма не выглядит идеально ровной и как бы смещается вверх-вниз в такт с изменением оборотов. Иногда приходится отключать РХХ или отключив РХХ поднимать обороты до 1100, приоткрыв и зафиксировав заслонку. Нейтрализовать другие коррекции невозможно, но и этого уже вполне достаточно, чтобы получить приемлемую осциллограмму.

Но даже, ничего не трогая, если в некоторых цилиндрах имеются стабильные аномалии, в виде не держащих клапанов или неплотностей в ЦПГ, то эта закономерность хорошо заметна при просмотре осциллограммы нескольких циклов работы двигателя.

Включение мощных потребителей энергии, таких как вентилятор системы охлаждения двигателя, тоже вызывает смещение нуля ДР вверх или вниз.



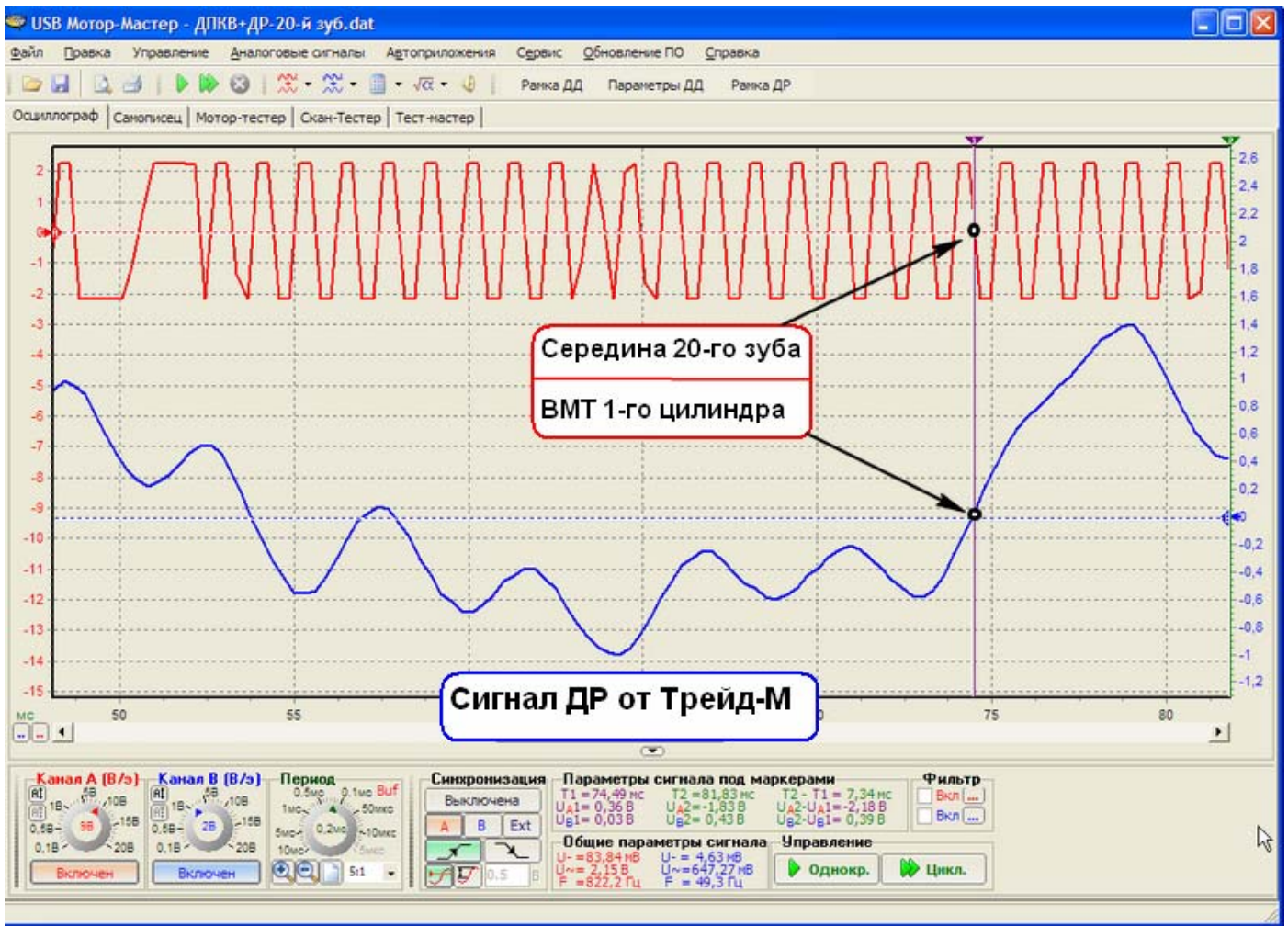
Учитывая эти факторы и наблюдая за осциллограммой ДР некоторое время, пытаемся определить где смещения происходят из-за вмешательства ЭБУ, а где стабильно указывают на какую-то аномалию. Для этого можно записывать осциллограмму на Самописец и потом, перемещая ее вперед-назад, спокойно рассмотреть и отсеять не нужную информацию. Для детального исследования выбираем самую типичную осциллограмму одного такта работы двигателя и установив Рамку ДР детально исследуем ее.

Можно использовать и осциллограф, понаблюдав некоторое время за осциллограммой в реальном времени, остановить циклический съем сигнала в нужном месте, если не удалось поймать нужный такт, то нажимая кнопку «Однократно», ловим такт где вмешательство ЭБУ минимально, но присутствуют аномалии стабильно повторяющиеся в каждом такте.

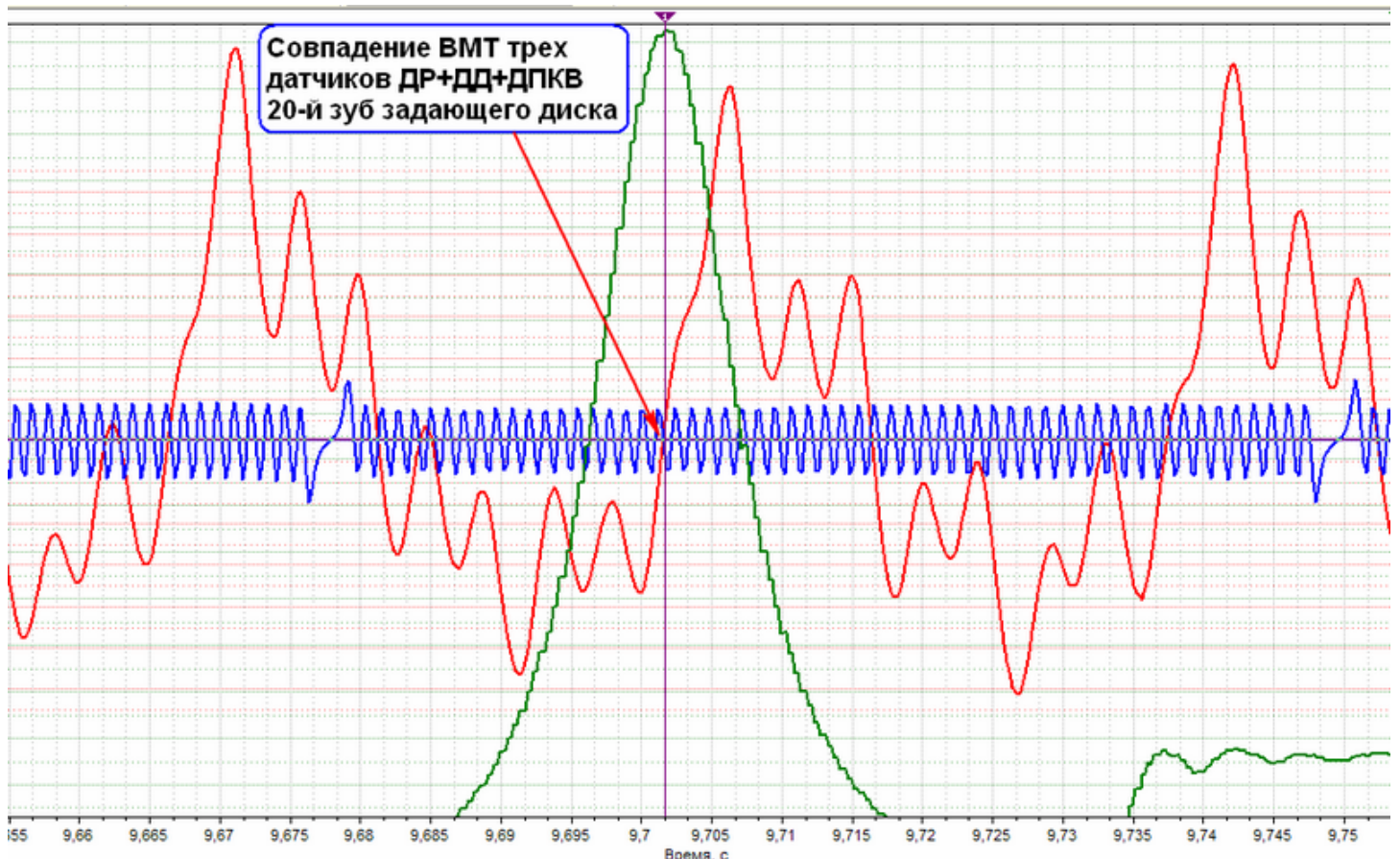
Для диагностики фаз работы клапанов и зон перекрытия, подойдет практически любой ДР, лишь бы он показывал информацию похожую на примеры из этой статьи. Для более углубленной диагностики, ДР должен соответствовать некоторым требованиям и основная из них это отсутствие смещения его ВМТ относительно действительной (по ДПКВ). Для диагностики нам достаточно чтобы ВМТ по ДР и по ДПКВ совпадали, для чего нужно сравнить их показания на исправной машине. Если эти расхождения есть, то можно попробовать укоротить трубку соединяющую ДР с впускным коллектором (3-5 см) и если они продолжают иметь место, просто учитывать их при диагностике, подробно о смещениях сигналов ДР и ДД писал в статье про эти датчики.

Более сложные осциллографы, например МТ Pro, могут программно корректировать смещения сигналов датчиков в ту или другую сторону. Точность показаний датчиков давления и разрежения нужны для более углубленной диагностики, например определения смещений распредвала относительно коленвала.

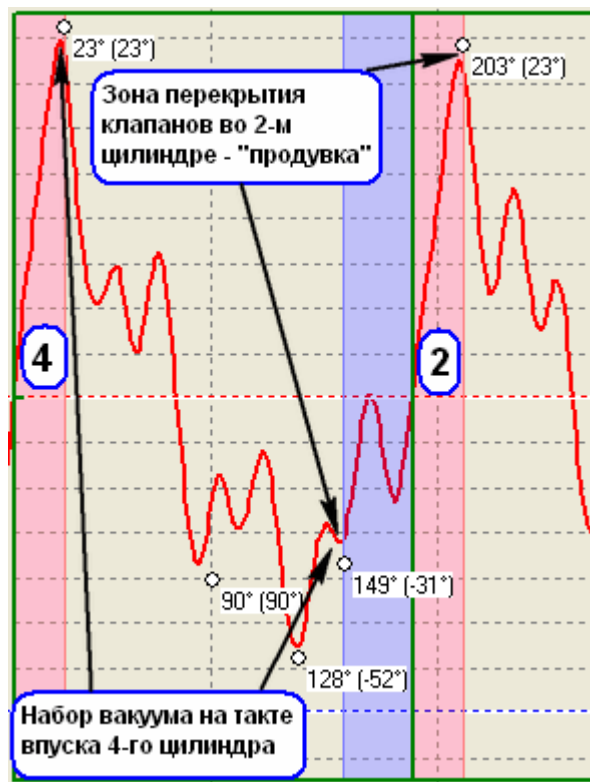
В Диско, нет возможности программной коррекции сигналов, поэтому компанией **Трейд-М** разработан и выпускается **ДР**, довольно точно показывающий **ВМТ** согласно сигналу **ДПКВ**.



Ниже приведена осциллограмма сигналов ДР, ДД и ДПКВ в осциллографе **MT Pro**, показывающая «попадание» **ВМТ** датчиков на **ВМТ** по **ДПКВ**, здесь применен **ДР** от **Трейд-М**, он не требовал коррекции, а **ДД** отставал на 0,7 мс и программно скорректирован.



Поняв основные нюансы связанные с диагностикой по ДР, переходим к самой методике, она уже широко опубликована в интернете и заключается в следующем (по Гнату):



1. В то время когда поршень в первом цилиндре (после вспышки смеси) движется вниз, в 4-м цилиндре происходит такт впуска и поршень тоже движется вниз, создавая всё больший вакуум во впускном коллекторе. Ведь цилиндр через открытый впускной клапан, соединён с впускным коллектором. Это мы и наблюдаем на осциллограмме (правый склон). Порядок работы цилиндров по ДР **4-2-1-3** начиная от метки синхронизации **ВВ** первого цилиндра. Максимальную линейную скорость поршень набирает в точке **90** град. поворота коленвала от **ВМТ**. После прохождения этой точки поршень начинает замедлять свою скорость и на **128** град. он не может уже компенсировать поступление воздуха во впускной коллектор через калиброванную щель дроссельной заслонки и **РХХ**. Поэтому вакуум колеблется на одном уровне и даже начинает уменьшать своё значение, а тут ещё на **149** градусах начинает открываться впускной клапан в 2-м цилиндре, в котором заканчивается такт продувки.

Во 2-м цилиндре в это время присутствует давление **0.1-0.3 атм**. Это давление из цилиндра врывается во впускной коллектор и кривая осциллограммы резко идёт вверх (происходит потеря вакуума во впускном коллекторе) до тех пор, пока на **204** град. (**24** град. после **ВМТ**) не закроется

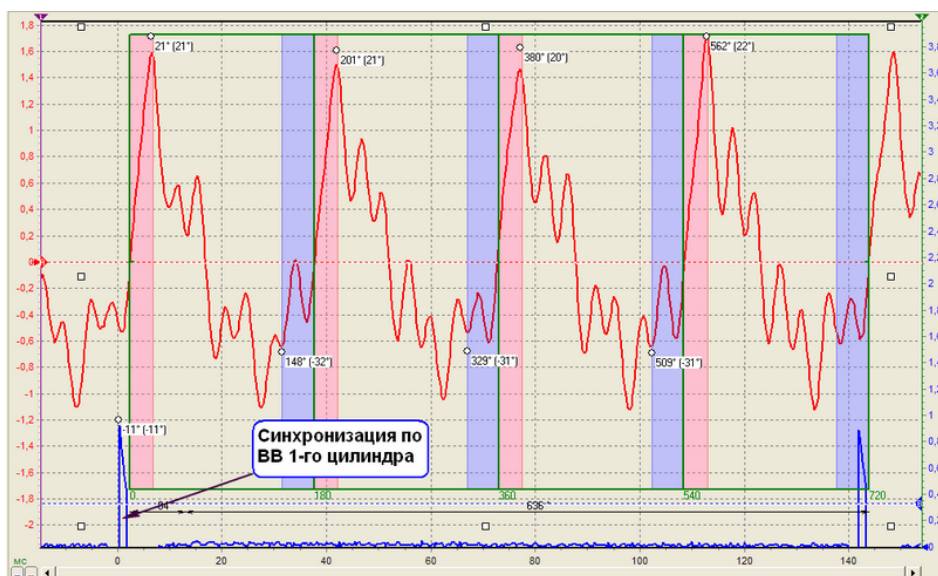
выпускной клапан. В цилиндре в этот момент начинает расти вакуум и кривая резко идёт вниз (это и есть точка закрытия выпускного клапана). На этом закончилась фаза перекрытия клапанов, по положению которой относительно **ВМТ** можно судить о правильности установки распредвала относительно коленвала.

2. По смещению точек открытия и закрытия клапанов, мы можем судить о величине тепловых зазоров, состоянии гидрокompенсаторов и износе кулачков распредвала. Ведь если зазор выпускного клапана увеличен - значит клапан будет закрываться раньше, чем в других цилиндрах и вершинка сдвинется влево, при этом будет ниже чем другие, потому что потеря вакуума прекратится раньше. Если во впускном клапане зазор будет увеличен - то клапан начнёт открываться позже и впадинка сдвинется вправо.

3. Кроме того по положению низа осциллограммы по вертикали (относительно низа других цилиндров) можно судить о том, что в данном цилиндре не достигается такой же вакуум как в других цилиндрах. А это значит, что в цилиндре присутствуют неплотности (неисправны клапана, гидротолкатели). В исправном ДВС низ и верх осциллограммы всех цилиндров находятся на одном уровне (**при отсутствии вмешательства ЭБУ**)

4. По положению точки **ВМТ** по датчику разрежения относительно сигналу **ДПКВ**, можно судить о правильности установки распредвала относительно коленвала.

### 1. Фазы открытия и закрытия клапанов, зоны перекрытия клапанов

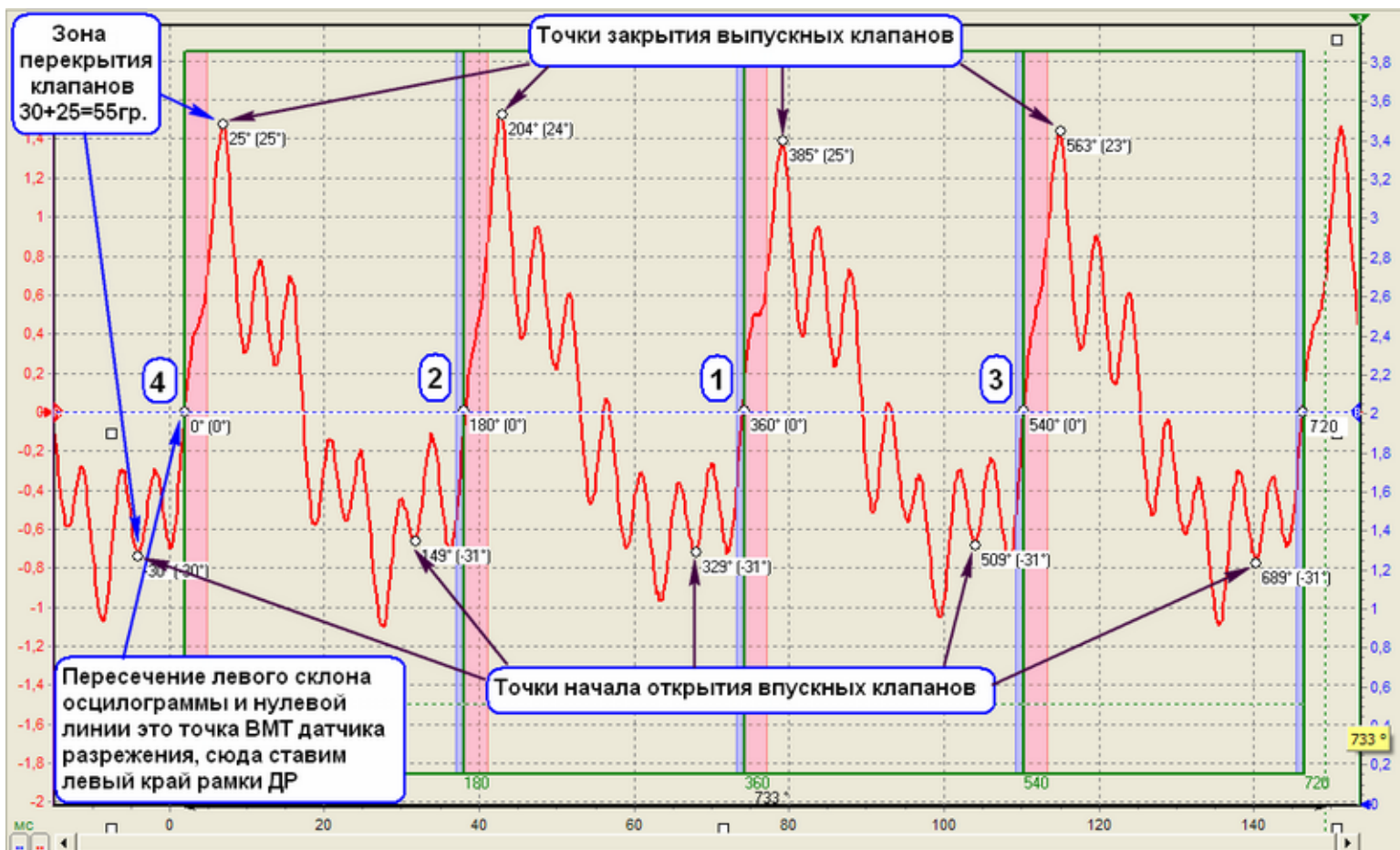


Для правильной привязки осциллограммы и определения начала отсчета, необходимо синхронизировать осциллограф по импульсу зажигания 1-го цилиндра, снимая сигнал емкостным датчиком, пропуская его через **Спарк** и выведя этот сигнал на канал **В** (синий) осциллографа, либо напрямую подключив емкостной датчик к каналу **В**.

От сигнала синхронизации и ведем отсчет работы цилиндров слева-направо. Порядок работы цилиндров по ДР, начиная от импульса синхронизации

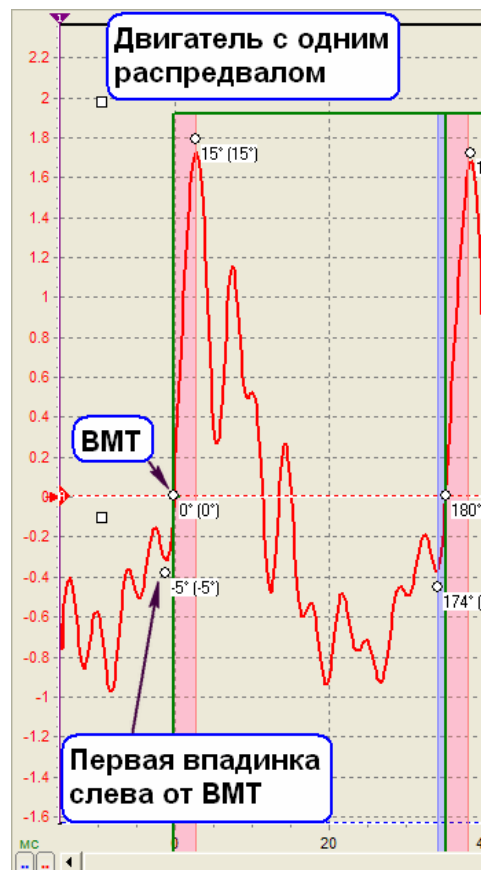
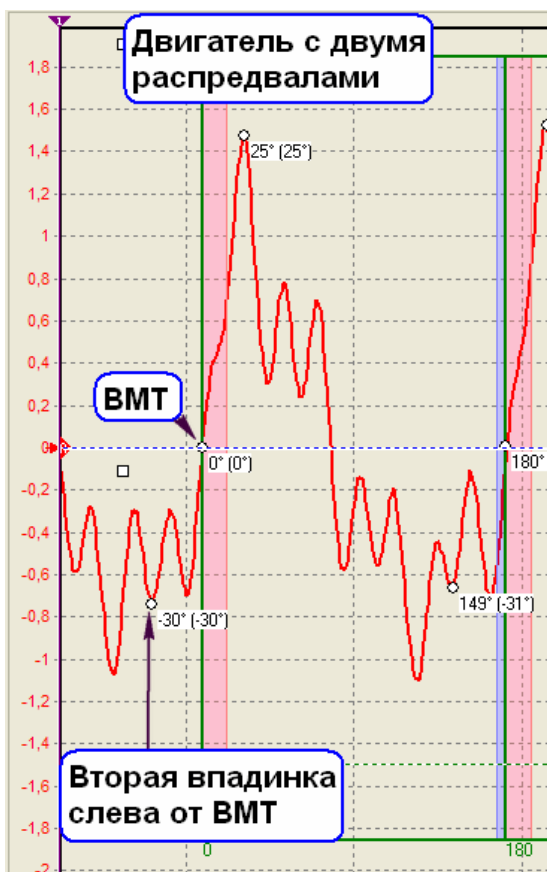
**4-2-1-3**

Теперь ставим метки (двойной щелчек левой кнопки мыши, так же метка и снимается) согласно рисунку.



**Необходимо знать, что осциллограммы снятые с двигателей где стоит один распредвал (8 клапанов) и где стоят два распредвала (16 клапанов), отличаются принципом определения точек открытия впускного клапана.**

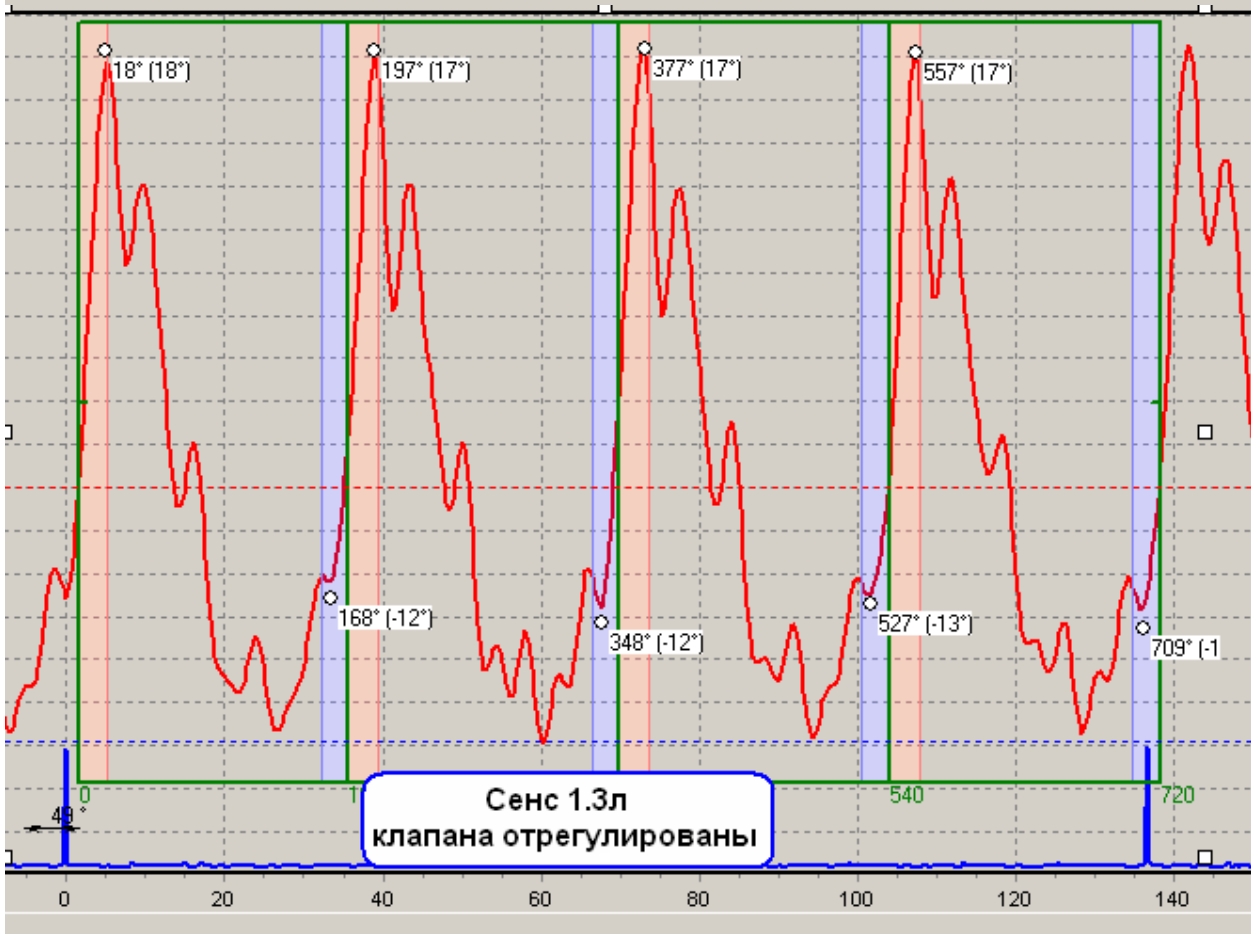
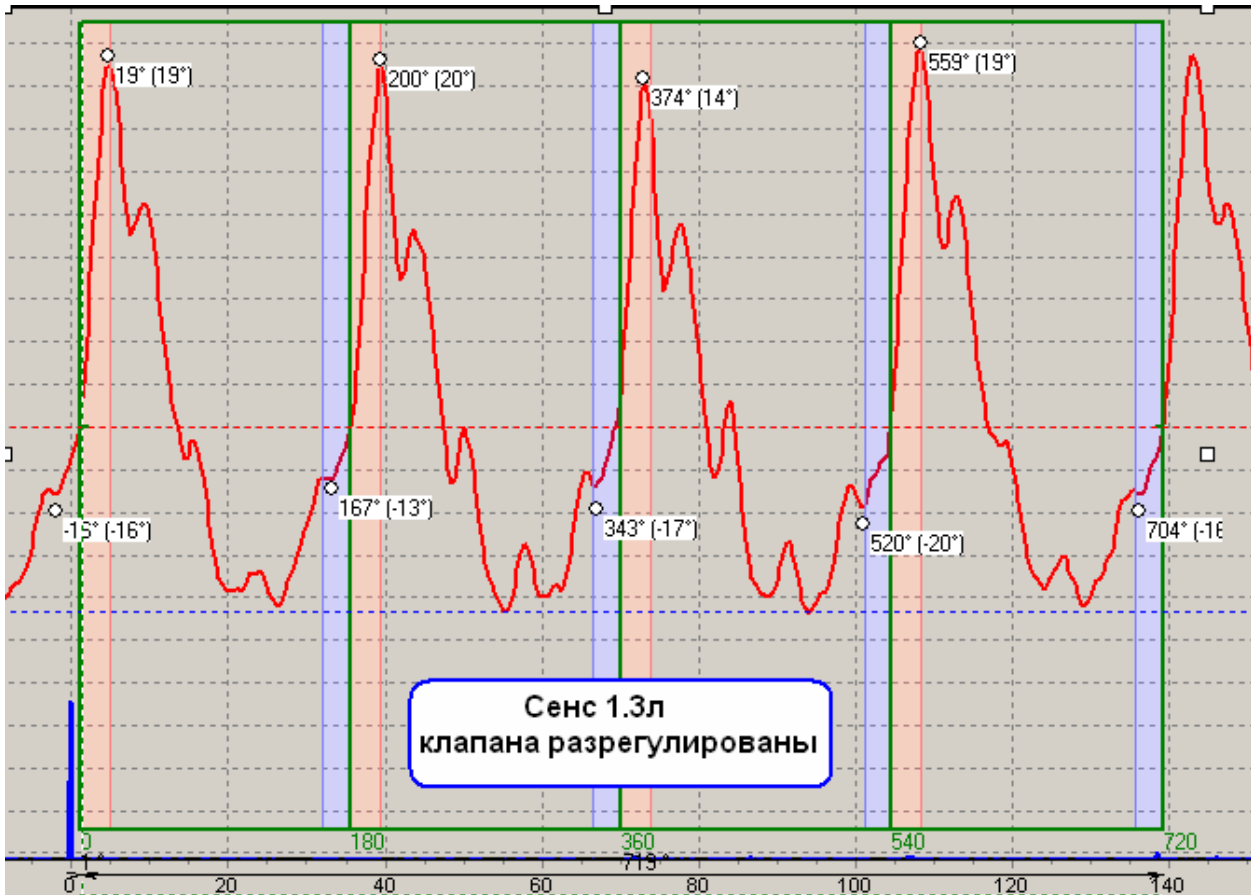
Осциллограмма указанная в примере выше, снята с двигателя **ВАЗ-21124 1.6л. 16кл.**, поэтому точка открытия впускного клапана находится на второй впадинке слева от **ВМТ** (30-31 гр.)  
 В **восьмиклапанных** двигателях, точка открытия клапана это первая впадинка слева от **ВМТ** (5-8 гр.).



## 2. Клапаны и их зазоры

По смещению точек открытия и закрытия клапанов, мы можем судить о величине тепловых зазоров, состоянии гидрокомпенсаторов и износе кулачков распредвала. Ведь если зазор выпускного клапана увеличен - значит клапан будет закрываться раньше, чем в других цилиндрах и вершинка сдвинется влево, при этом будет ниже чем другие, потому что потеря вакуума прекратится раньше. Если во впускном клапане зазор будет увеличен - то клапан начнёт открываться позже и впадинка сдвинется вправо.

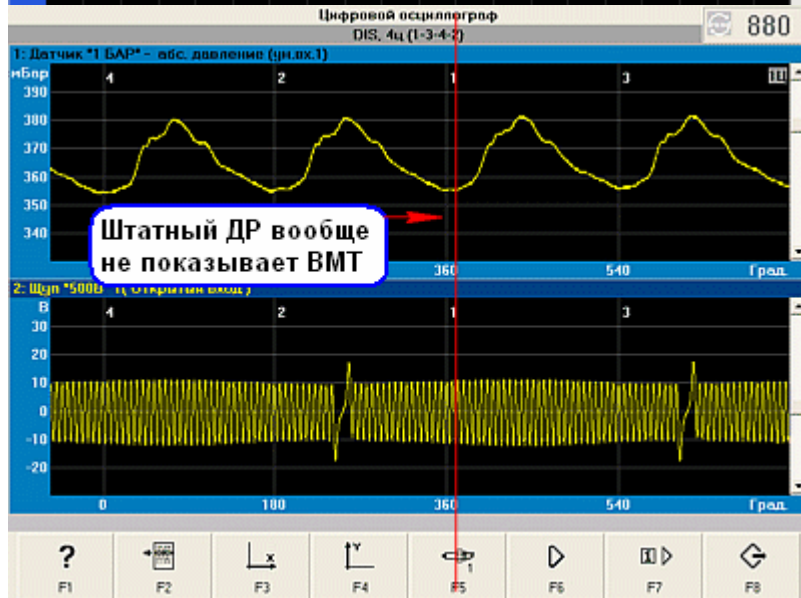
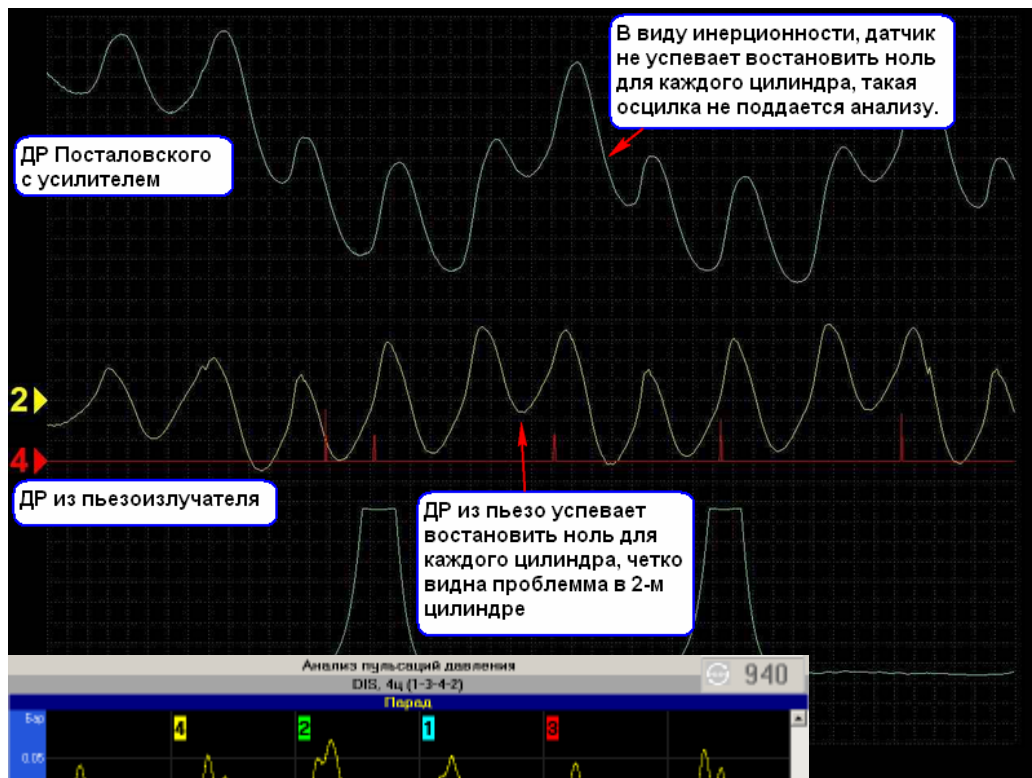
Иллюстрирует это осциллограммы ниже, снятые с одного автомобиля, до регулировки клапанов и после:



### 3. Относительный вакуум, состояние ГРМ и ЦПГ

По значимости данный тест можно сравнить с измерением компрессии, но информативность его выше в виду того, что тест проводится на работающем двигателе, когда за счет реальной скорости движения деталей неплотности в цилиндре и ГРМ проявляют себя в большей мере, чем при прокрутке стартером. Хотя предварительная диагностика, при прокрутке стартером, тоже позволяет выявить ярко выраженные аномалии.

Даже пусть этот тест по информативности сопоставим с измерением компрессии механическим способом или даже ниже, но ведь мы развиваем методы без разборной диагностики и этот тест органично вписывается в эту концепцию. Есть такие двигатели, на которых замена свечей занимает 4-6 нормо-часов! И столько же нужно для измерения компрессии.



Штатные ДР многих мотор-тестеров не способны отследить изменения разрежения по **каждому цилиндру** из-за инерционности и применения электронного усилителя. Датчик не успевает восстановить свой ноль, осциллограмма получается искаженной и не поддающейся анализу. К тому же, в сигнале отсутствует нулевая линия обозначающая **ВМТ**. Поэтому она выглядит абстрактной и не к чему не привязанной.

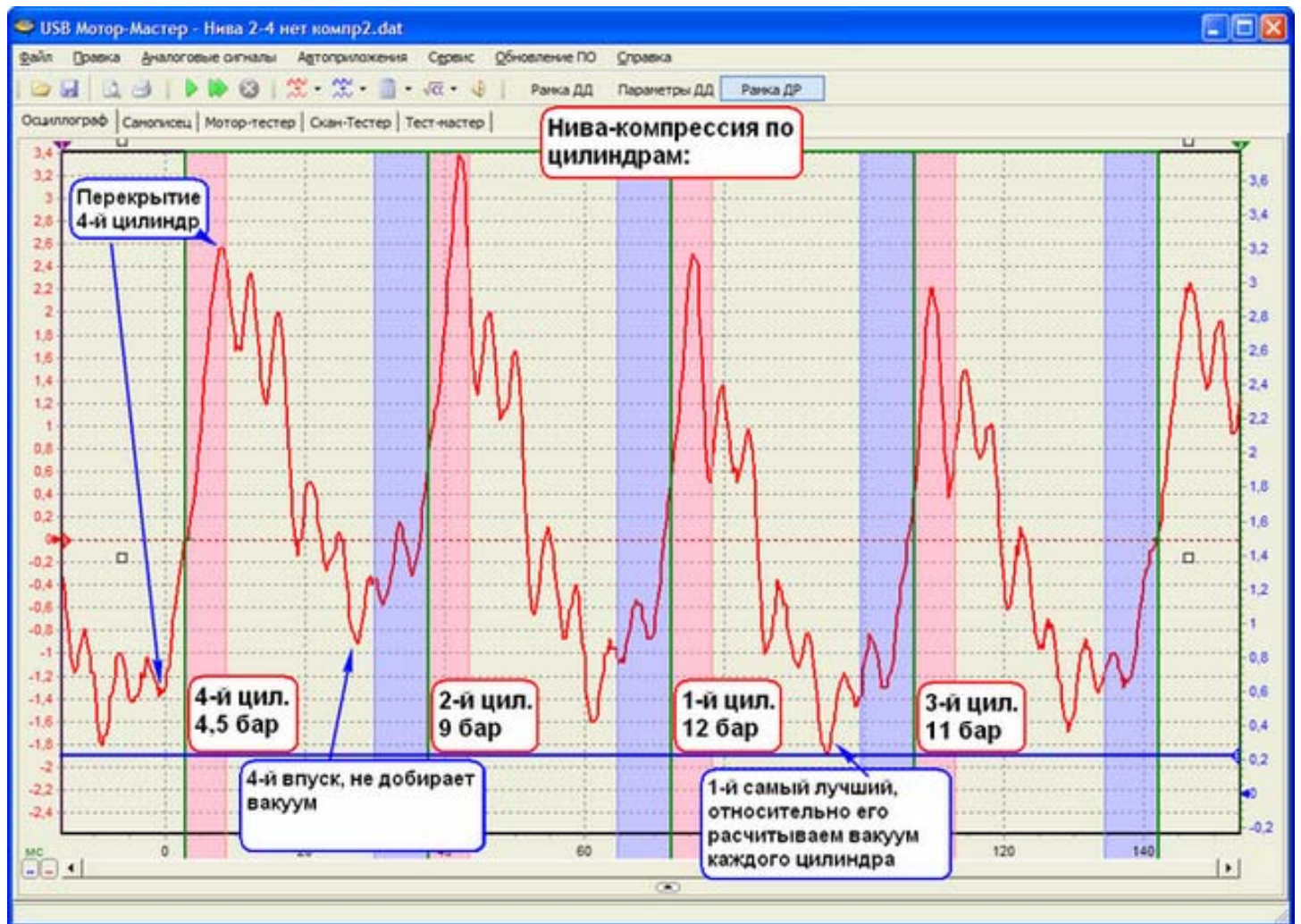
Слева показаны примеры совместной работы штатных ДР распространенных мотор-тестеров и ДР на основе пьезо при прокрутке стартером и работе на ХХ.

В первой осциллограмме, на верхней картинке, видно как штатный датчик не успевает восстановить ноль до следующего цилиндра. В нижней (ДР на основе пьезо) четко видно аномалию именно во 2-м цилиндре, повторяющуюся в каждом такте работы двигателя.

Суть метода и заключается в отслеживании ДР вакуума набираемого каждым цилиндром на такте впуска. Для этого как нельзя лучше подходит только датчик разрежения на основе пьезоизлучателя. Он способен отслеживать вакуум по каждому цилиндру, при любых оборотах вращения коленвала и его нулевая линия всегда привязана к **ВМТ**, при условии правильности установки распредвала.

Цилиндр не набирает положенного вакуума - по мнению ДР, но фактически он его может и набирает, только в обход впускного тракта, куда подключен датчик разрежения. Набирает он его из неплотностей в выпускных клапанах, прокладке или же действительно не набирает, из-за неплотностей в самой цилиндро-поршневой группе.

При работе двигателя на ХХ, потерю вакуума в цилиндрах иллюстрируют осциллограмма ниже. Она снята с автомобиля Нива с двигателем 1.7 л., показания ДР продублированы компрессометром.

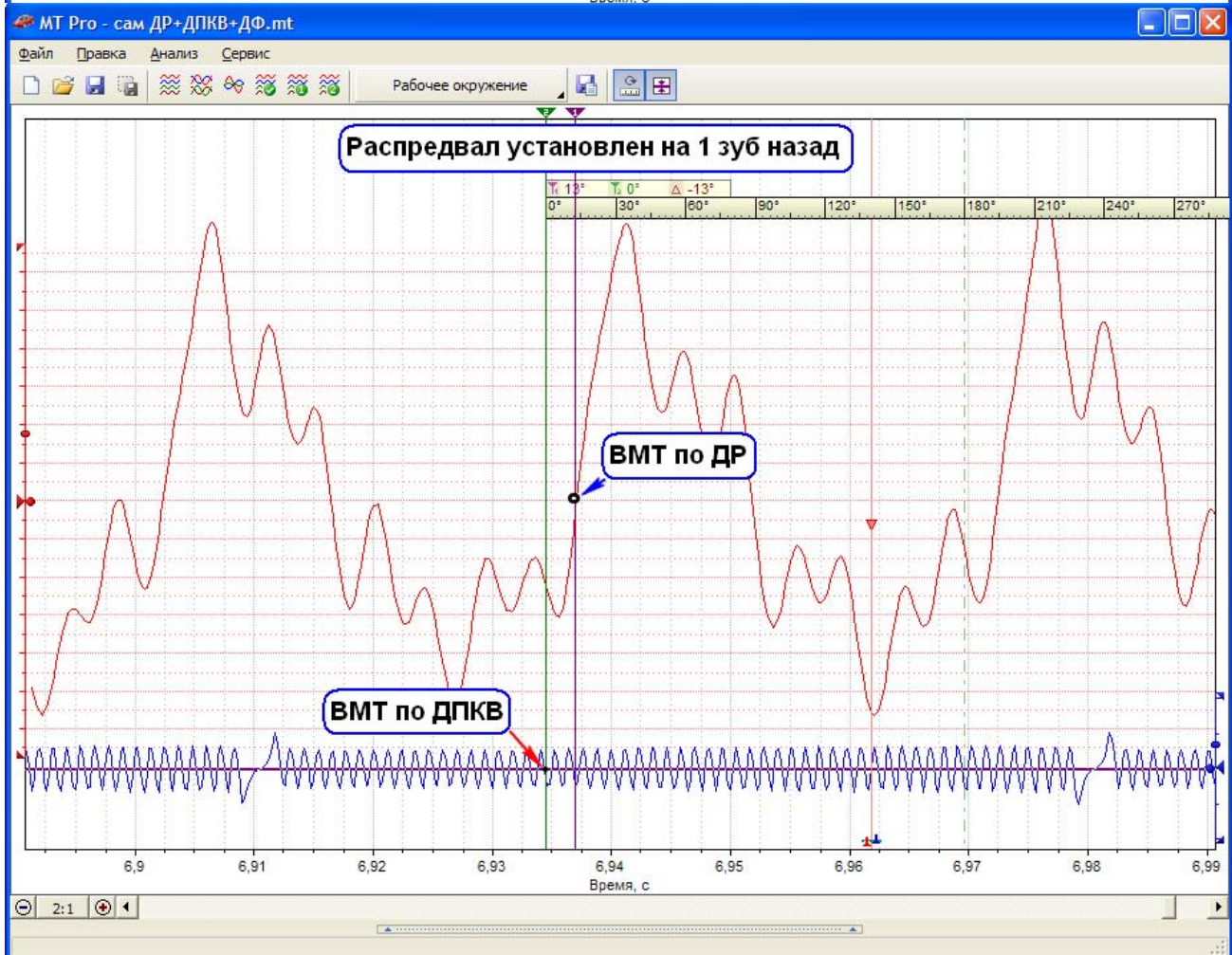
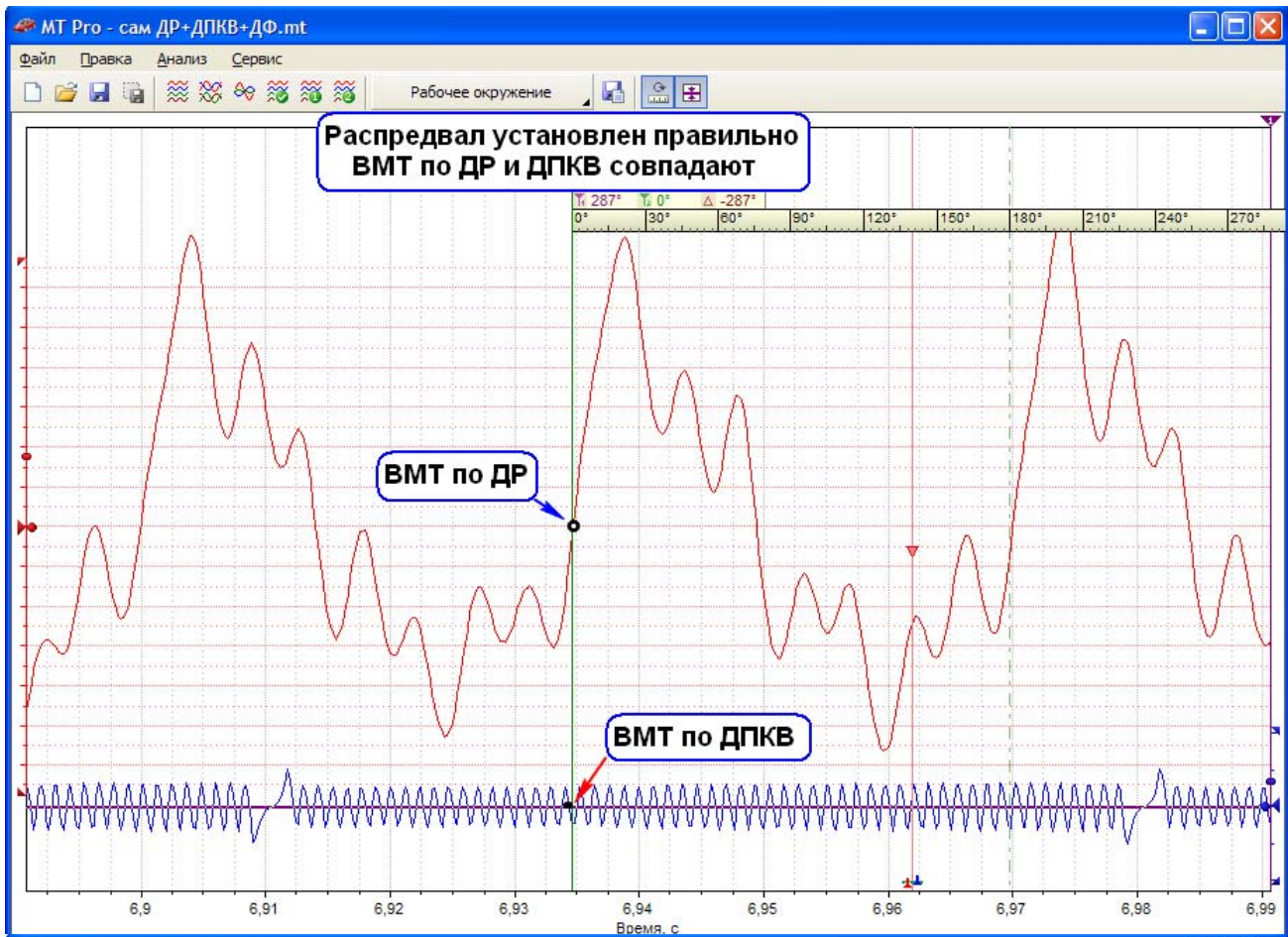


Этот же автомобиль **Нива** после ремонта и как видим, теперь с вакуумом все нормально. Причиной прогара выпускных клапанов стали гидрокомпенсаторы, которые приклинивая «подвешивали» клапана, они перестав плотно садиться в седла, стали обгорать. В итоге, края клапанных тарелок оплавившись и треснули.

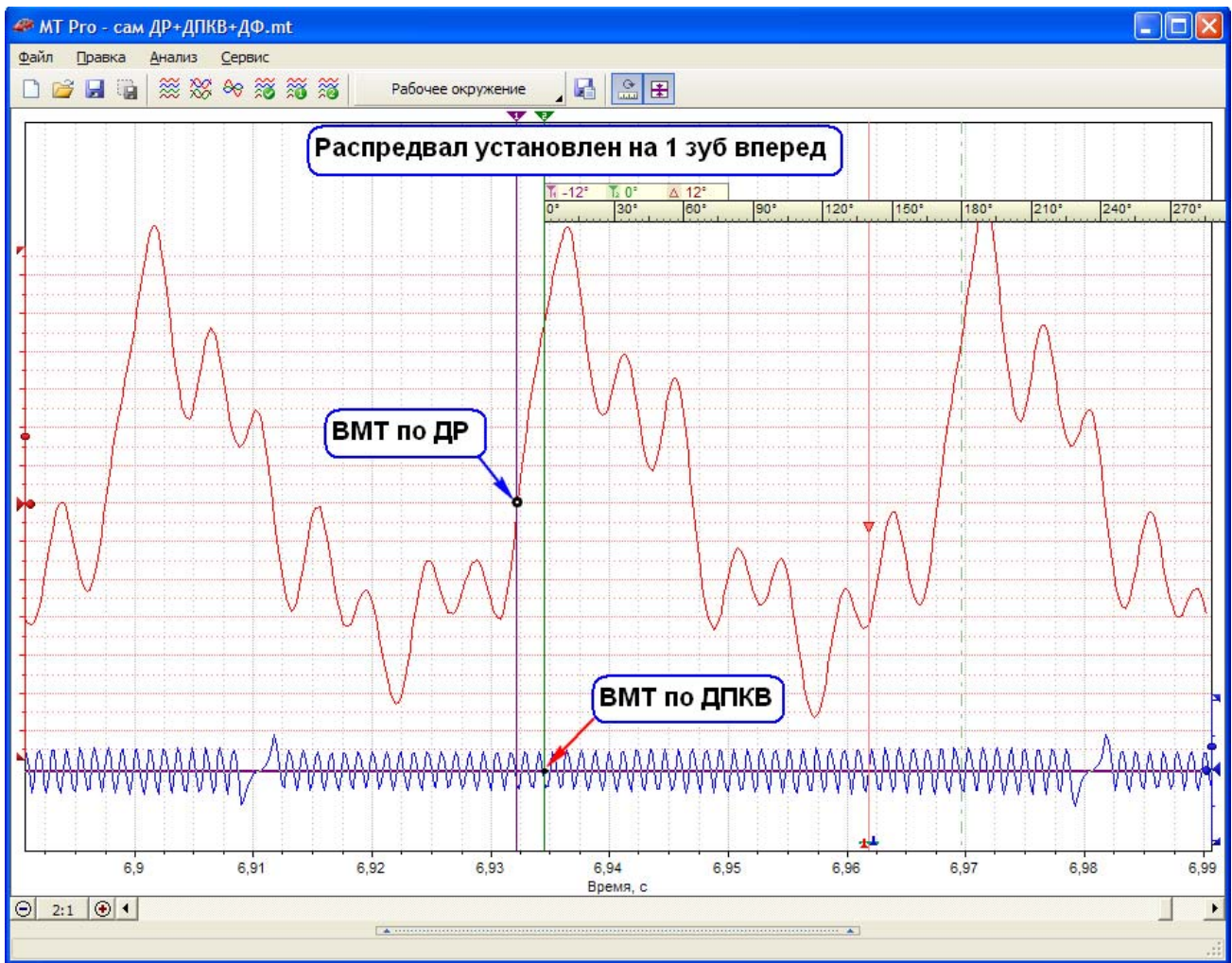


#### 4. Смещение распредвала относительно коленвала.

ДР позволяет диагностировать правильность синхронизации распредвала и коленвала. При неправильной установке распредвала, **ВМТ** датчика разрежения смещается относительно **ВМТ** по ДПКВ вперед или назад. При условии, что ДР откалиброван механическим либо программным способом, на предмет совпадения его **ВМТ** с **ВМТ** по ДПКВ либо это смещение известно диагносту.







Датчики разрежения применяемые в работе для диагностики состояния «железа» двигателя

