

# VTS-3D-M APPLICATION NOTE

by PassatInnovation LLC

## Введение

Этот документ предназначен для предоставления дополнительной информации и рекомендаций по применению VTS-3D-M.



Датчик VTS-3D-M – это цифровой датчик вибрации и температуры с широким частотным диапазоном не хуже 5кГц, компактным и прочным корпусом из нержавеющей стали с высокой степенью защиты от механических перегрузок и пылевлагозащитой IP68, а также множеством передаваемых вибрационных характеристик.

## Применение

- Мониторинг вибрации
- Мониторинг состояния
- Упреждающее техническое обслуживание
- Испытания и измерения

Датчик может работать в 2-х режимах: режим загрузчика и нормальный режим. Режим загрузчика предназначен исключительно для обновления или восстановления ПО. В нормальном режиме датчик передает по Modbus RTU служебную информацию, две температуры (температура механизма (машины) и температура окружающего воздуха) и вибрационные характеристики (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Вибрационные характеристики VTS-3D

Характеристика	Ось X	Ось Y	Ось Z	Примечание
СКЗ виброускорения	✓	✓	✓	В стандартной частотной полосе от 10 до 3000 Гц (ГОСТ 32106–13)
СКЗ виброскорости	✓	✓	✓	В стандартной частотной полосе от 10 до 1000 Гц (ГОСТ 32106–13)
СКЗ виброперемещения	✓	✓	✓	В стандартной частотной полосе от 10 до 200 Гц (ГОСТ 32106–13)
Размах сигнала (peak-to-peak)	✓	✓	✓	Расчет выполняется по «сырому» сигналу, единица измерения м/с <sup>2</sup>
Пик-фактор (peak-factor)	✓	✓	✓	
Частота максимальной амплитудой	✓	✓	✓	Расчет выполняется на основании спектральных данных
Третьоктавный спектр виброускорения	✓	✓	✓	В диапазоне от 10 Гц до 10кГц. Одновременно можно выбрать только одну ось. Количество полос – 31 шт.
Пользовательские фильтры (4 шт.)	✓	✓	✓	Доступны 4 пользовательских фильтра с возможностью задания частотных границ фильтра, выбора контролируемого параметра (СКЗ виброускорения, СКЗ виброскорости, СКЗ виброперемещения), а также оси.

Таблица 2 – Карта регистров служебных параметров и вибрационных характеристик

Адрес	Мнемоническое обозначение	Формат числа	Описание	Доступ
40001	MB_REG_STATUS	UINT16	Текущий статус устройства <sup>1)</sup>	чтение
40002	MB_REG_DEVICE_CODE	UINT16	Код устройства	чтение
40003	MB_REG_DEVICE_ID	UINT16	Уникальный идентификатор устройства	чтение
40004	MB_REG_SW_VER	UINT16	Версия ПО датчика	чтение
40005	MB_REG_SW_BUILD	UINT16	Номер сборки ПО	чтение
40006	MB_REG_TEMPERATURE_BOTTOM	INT16	Температура с датчика 1 (нижний) <sup>2)</sup>	чтение
40007	MB_REG_TEMPERATURE_TOP	INT16	Резерв	чтение
40008	MB_REG_ACC_TEMPERATURE	INT16	Температура с датчика ускорения	чтение
40009	MB_REG_DEVICE_RANGE	UINT16	Текущий диапазон измерений ( $\pm 2g$ , $\pm 4g$ , $\pm 8g$ , $\pm 16g$ ) <sup>3)</sup>	чтение
40010	MB_REG_SAMPLE_FREQ	UINT16	Текущая измеренная частота дискретизации	чтение
40011	MB_REG_DATA_UPDATE_COUNTER	UINT16	Счетчик обновления данных в регистрах (Data update counter in registers) <sup>4)</sup>	чтение
40012	MB_REG_ACCELERATION_RMS_X_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброускорения оси X, м/с <sup>2</sup> (Acceleration RMS x- axis)	чтение
40013	MB_REG_ACCELERATION_RMS_X_HI			чтение
40014	MB_REG_ACCELERATION_RMS_Y_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброускорения оси Y, м/с <sup>2</sup> (Acceleration RMS y- axis)	чтение
40015	MB_REG_ACCELERATION_RMS_Y_HI			чтение
40016	MB_REG_ACCELERATION_RMS_Z_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброускорения оси Z, м/с <sup>2</sup> (Acceleration RMS z- axis)	чтение
40017	MB_REG_ACCELERATION_RMS_Z_HI			чтение
40018	MB_REG_VELOCITY_RMS_X_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброскорости оси X, мм/с (Velocity RMS x- axis)	чтение
40019	MB_REG_VELOCITY_RMS_X_HI			чтение
40020	MB_REG_VELOCITY_RMS_Y_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброскорости оси Y, мм/с (Velocity RMS y- axis)	чтение
40021	MB_REG_VELOCITY_RMS_Y_HI			чтение
40022	MB_REG_VELOCITY_RMS_Z_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброскорости оси Z, мм/с (Velocity RMS z- axis)	чтение
40023	MB_REG_VELOCITY_RMS_Z_HI			чтение
40024	MB_REG_DISPLACEMENT_RMS_X_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброперемещения оси X, мкм (Displacement RMS x- axis)	чтение
40025	MB_REG_DISPLACEMENT_RMS_X_HI			чтение
40026	MB_REG_DISPLACEMENT_RMS_Y_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброперемещения оси Y, мкм (Displacement RMS x- axis)	чтение
40027	MB_REG_DISPLACEMENT_RMS_Y_HI			чтение
40028	MB_REG_DISPLACEMENT_RMS_Z_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	СКЗ виброперемещения оси Z, мкм (Displacement RMS x- axis)	чтение
40029	MB_REG_DISPLACEMENT_RMS_Z_HI			чтение
40030	MB_REG_PEAK_TO_PEAK_X_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	Размах сигнала оси X (peak-to-peak x- axis)	чтение
40031	MB_REG_PEAK_TO_PEAK_X_HI			чтение
40032	MB_REG_PEAK_TO_PEAK_Y_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	Размах сигнала оси Y (peak-to-peak y- axis)	чтение
40033	MB_REG_PEAK_TO_PEAK_Y_HI			чтение

<sup>1)</sup> Начиная с версии ПО датчика 1.1.5 значения регистров 40001 (бит 8, 9) и 40007 равны нулю в связи с исключением верхнего температурного датчика. Совместимость ПО с датчиками, в которых установлены оба температурных датчика, не нарушена.

<sup>2)</sup> Числовое значение температуры датчика умножено на 10, единица измерения – градус Цельсия (°C).

<sup>3)</sup> По умолчанию – 16g, 0 – соответствует 2g, 1 – соответствует 16g, 2 – соответствует 4g, 3 – соответствует 8g.

<sup>4)</sup> Счетчик обновления данных используется в качестве альтернативы временной метки для отображения корректной работы устройства, инкрементируется при каждом успешном захвате данных.

<sup>5)</sup> IEEE 754 Standard Floating Point Number. Порядок байтов по умолчанию – ABCD.

## Продолжение таблицы 2

Адрес	Мнемоническое обозначение	Формат числа	Описание	Доступ
40034	MB_REG_PEAK_TO_PEAK_Z_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	Размах сигнала оси Z (peak-to-peakz- axis)	чтение
40035	MB_REG_PEAK_TO_PEAK_Z_HI			чтение
40036	MB_REG_PEAK_FACTOR_X_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	Пик-фактор оси X (peak-factor x- axis)	чтение
40037	MB_REG_PEAK_FACTOR_X_HI			чтение
40038	MB_REG_PEAK_FACTOR_Y_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	Пик-фактор оси Y (peak-factor y- axis)	чтение
40039	MB_REG_PEAK_FACTOR_Y_HI			чтение
40040	MB_REG_PEAK_FACTOR_Z_LO	FLOAT <sup>5)</sup>	Пик-фактор оси Z (peak-factor z-axis)	чтение
40041	MB_REG_PEAK_FACTOR_Z_HI			чтение
40045	MB_REG_MAX_AMPLITUDE_FREQUENCY_X	UINT16	Частота отсчета с максимальной амплитудой по оси X (Frequency with max amplitude in spectrum)	чтение
40046	MB_REG_MAX_AMPLITUDE_FREQUENCY_Z	UINT16	Частота отсчета с максимальной амплитудой по оси Y (Frequency with max amplitude in spectrum)	чтение
40047	MB_REG_MAX_AMPLITUDE_FREQUENCY_Y	UINT16	Частота отсчета с максимальной амплитудой по оси Z (Frequency with max amplitude in spectrum)	чтение

## Таблица 3 – Карта регистров третьоктавных и пользовательских фильтров

Адрес	Мнемоническое обозначение	Формат числа	Описание	Доступ
40201	MB_FREQ_FILTER_UPDATE_COUNT_LO	UINT32	Счетчик обновления данных в регистрах фильтров	чтение
40202	MB_FREQ_FILTER_UPDATE_COUNT_HI			чтение
40203	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_1_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 0 – 11,2 Гц	чтение
40204	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_1_HI			чтение
40205	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_2_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 11,2 – 14,1 Гц	чтение
40206	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_2_HI			чтение
40207	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_3_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 14,1 – 17,9 Гц	чтение
40208	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_3_HI			чтение
40209	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_4_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 17,9 – 22,4 Гц	чтение
40210	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_4_HI			чтение
40211	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_5_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 22,4 – 28,1 Гц	чтение
40212	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_5_HI			чтение
40213	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_6_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 28,1 – 35,5 Гц	чтение
40214	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_6_HI			чтение
40215	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_7_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 35,5 – 44,7 Гц	чтение
40216	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_7_HI			чтение
40217	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_8_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 44,7 – 56,1 Гц	чтение
40218	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_8_HI			чтение
40219	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_9_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 56,1 – 71 Гц	чтение
40220	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_9_HI			чтение

## Продолжение таблицы 3

Адрес	Мнемоническое обозначение	Формат числа	Описание	Доступ
40221	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_10_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 71 – 89 Гц	чтение
40222	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_10_HI			чтение
40223	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_11_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 89 – 112 Гц	чтение
40224	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_11_HI			чтение
40225	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_12_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 112 – 141 Гц	чтение
40226	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_12_HI			чтение
40227	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_13_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 141 – 179 Гц	чтение
40228	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_13_HI			чтение
40229	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_14_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 179 – 224 Гц	чтение
40230	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_14_HI			чтение
40231	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_15_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 224 – 281 Гц	чтение
40232	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_15_HI			чтение
40233	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_16_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 281 – 355 Гц	чтение
40234	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_16_HI			чтение
40235	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_17_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 355 – 447 Гц	чтение
40236	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_17_HI			чтение
40237	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_18_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 447 – 561 Гц	чтение
40238	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_18_HI			чтение
40239	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_19_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 561 – 710 Гц	чтение
40240	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_19_HI			чтение
40241	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_20_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 710 – 895 Гц	чтение
40242	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_20_HI			чтение
40243	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_21_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 895 – 1120 Гц	чтение
40244	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_21_HI			чтение
40245	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_22_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 1120 – 1410 Гц	чтение
40246	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_22_HI			чтение
40247	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_23_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 1410 – 1790 Гц	чтение
40248	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_23_HI			чтение
40249	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_24_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 1790 – 2240 Гц	чтение
40250	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_24_HI			чтение
40251	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_25_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 2240 – 2810 Гц	чтение
40252	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_25_HI			чтение
40253	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_26_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 2810 – 3550 Гц	чтение
40254	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_26_HI			чтение
40255	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_27_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 3550 – 4470 Гц	чтение
40256	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_27_HI			чтение

## Продолжение таблицы 3

Адрес	Мнемоническое обозначение	Формат числа	Описание	Доступ
40257	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_28_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 4470 – 5610 Гц	чтение
40258	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_28_HI			чтение
40259	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_29_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 5610 – 7100 Гц	чтение
40260	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_29_HI			чтение
40261	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_30_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 7100 – 8950 Гц	чтение
40262	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_30_HI			чтение
40263	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_31_LO	FLOAT	Значение СКЗ виброускорения в полосе 8950 – 11200 Гц	чтение
40264	MB_REG_ACC_RMS_FILTER_31_HI			чтение
40265	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_1_LO	FLOAT	Значение выбранного параметра в пользовательской полосе частот №1	чтение
40266	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_1_HI			чтение
40267	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_2_LO	FLOAT	Значение выбранного параметра в пользовательской полосе частот №2	чтение
40268	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_2_HI			чтение
40269	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_3_LO	FLOAT	Значение выбранного параметра в пользовательской полосе частот №3	чтение
40270	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_3_HI			чтение
40271	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_4_LO	FLOAT	Значение выбранного параметра в пользовательской полосе частот №4	чтение
40272	MB_REG_RMS_CUSTOM_FILTER_4_HI			чтение
40273	MB_REG_MAX_FREQ_CUSTOM_FILTER_1	UINT16	Частота с максимальной амплитудой полосового фильтра №1	чтение
40274	MB_REG_MAX_FREQ_CUSTOM_FILTER_2	UINT16	Частота с максимальной амплитудой полосового фильтра №2	чтение
40275	MB_REG_MAX_FREQ_CUSTOM_FILTER_3	UINT16	Частота с максимальной амплитудой полосового фильтра №3	чтение
40276	MB_REG_MAX_FREQ_CUSTOM_FILTER_4	UINT16	Частота с максимальной амплитудой полосового фильтра №4	чтение

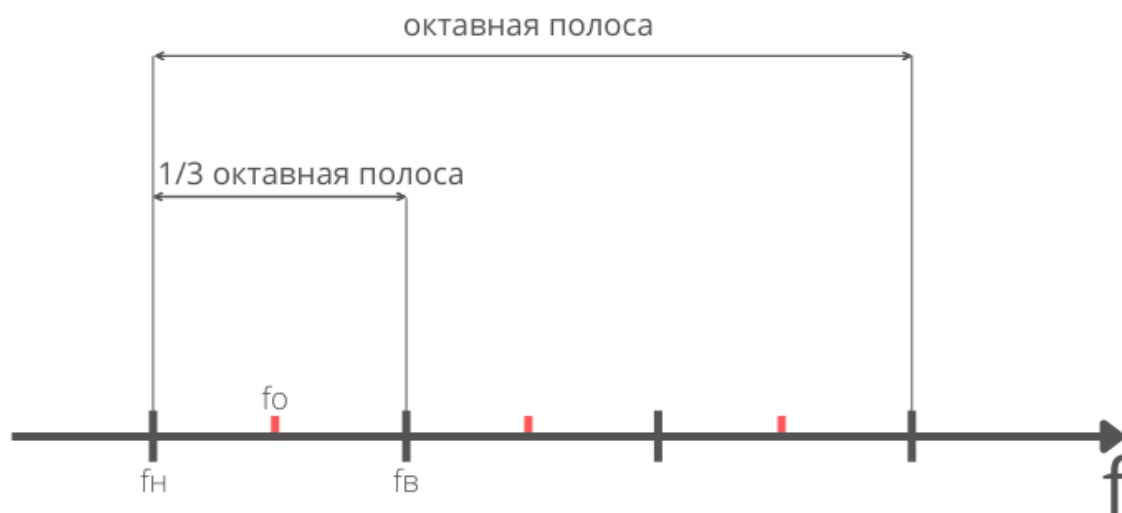
Таблица 4 – Карта регистров текущей конфигурации фильтров

Адрес	Мнемоническое обозначение	Формат числа	Описание	Доступ
40277	MB_FREQ_FILTER_PARAM_CUSTOM_1	UINT16	Параметры полосового фильтра №1	чтение
40278	MB_FREQ_FILTER_PARAM_LL_1	UINT16	Нижний частотный предел фильтра №1	чтение
40279	MB_FREQ_FILTER_PARAM_HL_1	UINT16	Верхний частотный предел фильтра №1	чтение
40280	MB_FREQ_FILTER_PARAM_CUSTOM_2	UINT16	Параметры полосового фильтра №2	чтение
40281	MB_FREQ_FILTER_PARAM_LL_2	UINT16	Нижний частотный предел фильтра №2	чтение
40282	MB_FREQ_FILTER_PARAM_HL_2	UINT16	Верхний частотный предел фильтра №2	чтение
40283	MB_FREQ_FILTER_PARAM_CUSTOM_3	UINT16	Параметры полосового фильтра №3	чтение
40284	MB_FREQ_FILTER_PARAM_LL_3	UINT16	Нижний частотный предел фильтра №3	чтение
40285	MB_FREQ_FILTER_PARAM_HL_3	UINT16	Верхний частотный предел фильтра №3	чтение
40286	MB_FREQ_FILTER_PARAM_CUSTOM_4	UINT16	Параметры полосового фильтра №4	чтение
40287	MB_FREQ_FILTER_PARAM_LL_4	UINT16	Нижний частотный предел фильтра №4	чтение
40288	MB_FREQ_FILTER_PARAM_HL_4	UINT16	Верхний частотный предел фильтра №4	чтение
40289	MB_FREQ_FILTER_THIRD_OCTAVE_AXIS	UINT16	Ось третьоктавных фильтров	чтение

Датчик VTS-3D поддерживает функцию **третьоктавного спектрального анализа** в диапазоне от 10 Гц до 10 кГц, позволяющего:

- 1** Обнаруживать сильные дефекты по росту отдельных составляющих низкочастотной вибрации до 300–500 Гц с возможностью оценки их вида, так как позволяет, во-первых разделять и сравнивать величины первой и второй гармоник в характерных гармонических рядах, а, во-вторых, анализировать тренды развития выделяемых гармоник даже при значительных (до 10%) изменениях частоты вращения контролируемого механизма
- 2** Обнаруживать ряд дефектов сборки и монтажа механизма на месте эксплуатации, его развивающиеся дефекты и многие виды нарушений режимов эксплуатации по росту групп гармоник высокой кратности в области среднечастотной и высокочастотной вибрации (до 5 – 10 кГц)
- 3** Обнаруживать дефекты смазки в узлах трения, нарушения в режимах движения потоков жидкости и газа, процессах сгорания и т.п по росту высокочастотной (от 3 – 5 кГц) и ультразвуковой вибрации внешних (неподвижных) поверхностей механизма

**Третьооктавная полоса** – диапазон частот, в котором верхняя частота равна нижней частоте, умноженной на кубический корень из двух. Третьооктавная полоса имеет три характеристики: нижняя граничная частота, верхняя и центральная, равная среднегеометрической (см. рисунок 1).



**Рисунок 1** – Частоты третьооктавных фильтров в логарифмическом масштабе

где  $f_H$  – нижняя граничная частота,  $f_B$  – верхняя граничная частота,  $f_o$  – среднегеометрическая частота.

Граничные частоты определяются соотношением:

$$f_o = \sqrt[3]{f_H * f_B}$$

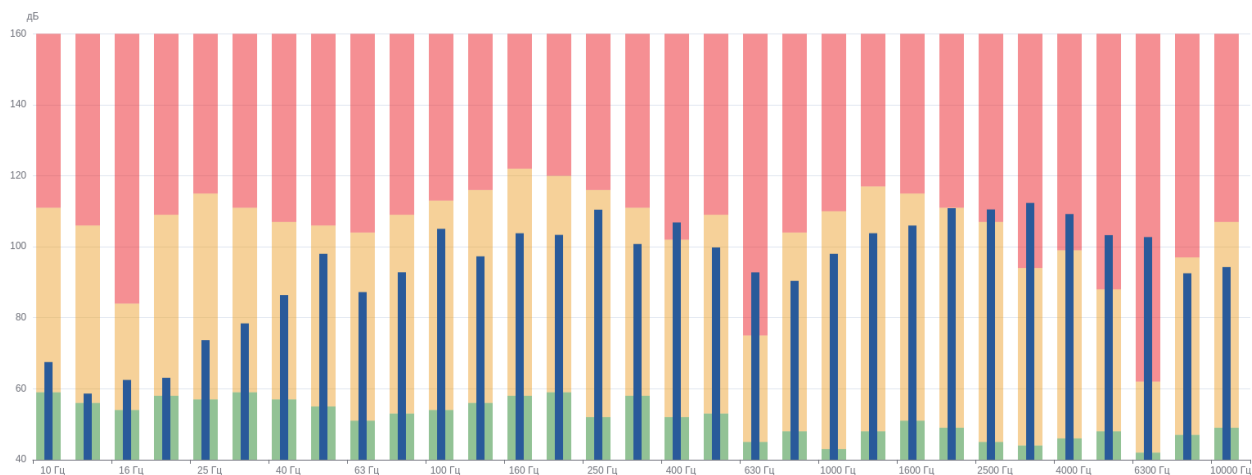


Например, у третьооктавной полосы со среднегеометрической частотой 125 Гц граничными частотами будут 112 и 141 Гц.

Стандартизированными являются только третьооктавные среднегеометрические частоты (ГОСТ 17168–82). Значения нижних и верхних границ для каждой полосы приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А.



Не всегда по общему уровню широкополосной вибрации можно качественно оценить состояние механизма (машины). Использование третьоктавных полос расширяет возможности мониторинга, например, позволяет обнаруживать дефекты на ранних стадиях за счет существенного роста в отдельной(-ых) полосе(-ах) на фоне незначительного роста СКЗ широкополосной вибрации, а также расширяет возможности определения типа дефекта.



**Рисунок 2** – Графическое представление третьоктавного спектра виброускорения в логарифмических координатах

На график третьоктавного спектра по оси абсцисс принято наносить только среднегеометрические частоты третьоктавных полос. Для улучшения «читаемости» графика рекомендуется использовать логарифмические единицы виброускорения. Формула для пересчета виброускорения ( $\text{м/с}^2$ ) в дБ:

$$L = 20 * \log_{10}(A/A_0)$$

где  $L$  – виброускорение в дБ,  $A$  – виброускорение в  $\text{м/с}^2$ ,  $A_0 = 10^{-6}$  ( $\text{м/с}^2$ ) – стандартное опорное значение виброускорения. В датчике VTS-3D данные передаются в абсолютных единицах ( $\text{м/с}^2$ ). На рисунке 2 также приведен пример установки уровней «предупреждение» и «опасность» отдельно для каждой полосы.



В качестве порогов на отдельные составляющие третьоктавного спектра вибрации можно использовать типовые рекомендации по установке порогов «предупреждение» (+10 дБ) и «опасность» (+20 дБ) над статистическим средним значением.

В таблице 5 приведены рекомендуемые значения превышений для расчета порогов «предупреждение» и «опасность» *над базовой линией*.

**Базовая линия** — это статистическое среднее значение, оно определяется по истории, т.е. по данным периодических измерений в конкретной точке контроля одного механизма. Исключением является величина вибрации в стандартных полосах частот, для которых для большинства контролируемых механизмов пороги определяются стандартами на вибрацию (например ГОСТ–10816).

**Таблица 5 – Рекомендуемые значения превышений для расчета порогов вибрационных состояний**

Порог \ Полоса, Гц	полосы до 100 Гц	125	160	200	250	315	400	500	630	800
Предупреждение, дБ	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25
Опасность, дБ	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5

**Продолжение таблицы 5**

Порог \ Полоса, Гц	1	1,25	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10
Предупреждение, дБ	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10
Опасность, дБ	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19	19,5	20

По мере накопления данных по ложным тревогам (преждевременным выводам объектов контроля в обслуживание или ремонт), пропускам опасных ситуаций и результатам независимой дефектации объектов, поступающих в ремонт (по результатам мониторинга состояния), пороги в системе мониторинга могут корректироваться как в большую, так и в меньшую сторону. После накопления практического опыта можно определять и пороги срочного «останова» механизмов в предаварийном состоянии. До момента определения этих порогов рекомендуется пользоваться порогом «опасность» для ускоренного вывода механизма в текущий ремонт.



Более подробное описание того, как определять базовую линию, а также дополнительная информация по расчету порогов доступна в методике [1].

## Чтение. Настройка. Текущее состояние

Датчик VTS-3D выполняет третьоктавный спектральный анализ в полосе от 10Гц до 10 кГц, стоит отметить, что на частотах свыше 5 кГц может наблюдаться спад АЧХ, что несколько снижает достоверность данных, однако это не мешает наблюдать изменения вибрационных характеристик в динамике. Высокая частота дискретизации устройства позволяет измерять вибрацию вплоть до полосы со среднегеометрической частотой 10 кГц (верхний граничная частота полосы – 11200 Гц).

### Чтение

**Карта регистровой области** третьоктавных полос представлена в таблице 3. В регистрах 40201 и 40202 находится счетчик обновления данных по третьоктавным полосам, который служит в качестве признака обновления информации в регистрах. Величина СКЗ виброускорения для каждого фильтра представлена в числовом формате с плавающей точкой (формат соответствует стандарту IEEE 754, порядок байт может быть настроен в сервисном ПО).

Для получения СКЗ виброускорения в регистрах третьоктавных фильтров необходимо считывать данные начиная с 40203 регистра по 40264 (см. таблицу 3), для этого могут быть использованы любые устройства, поддерживающие **протокол Modbus RTU**, либо наше сервисное ПО (<https://p-i.by/datchik-vibratsii-i-temperatury/>) для ПК. Для того чтобы вибрационные характеристики в третьоктавных фильтрах соответствовали одному и тому же сигналу (являлись консистентными) их необходимо считывать одним запросом.

### Настройка

Вибрационные характеристики третьоктавных фильтров обрабатываются только для одной оси исходя из рекомендаций различных методик идентификации состояния механизмов. В настройках датчика может быть выбрана любая из 3-х доступных осей (по умолчанию выбрана ось Z). Чтобы это сделать необходимо воспользоваться сервисным ПО.

Подключитесь к датчику, указав его параметры соединения Modbus (рисунок 3).

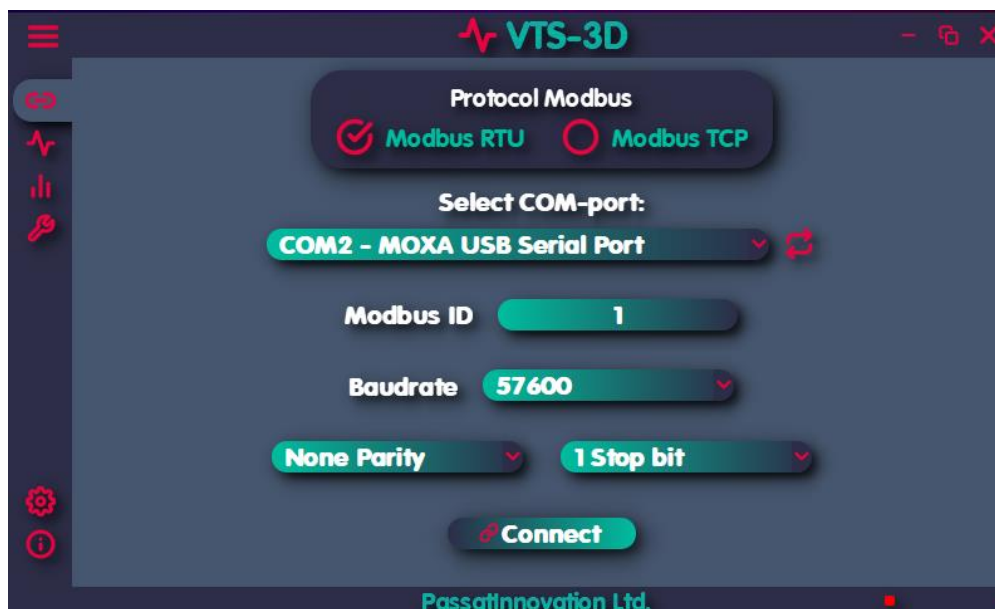


Рисунок 3 – Окно соединения в сервисном ПО VTS-3D-M

После подключения необходимо перейти во вкладку «Device settings» (рисунок 4) и выбрать предпочитаемую ось для третьоктавных фильтров (рисунок 5).

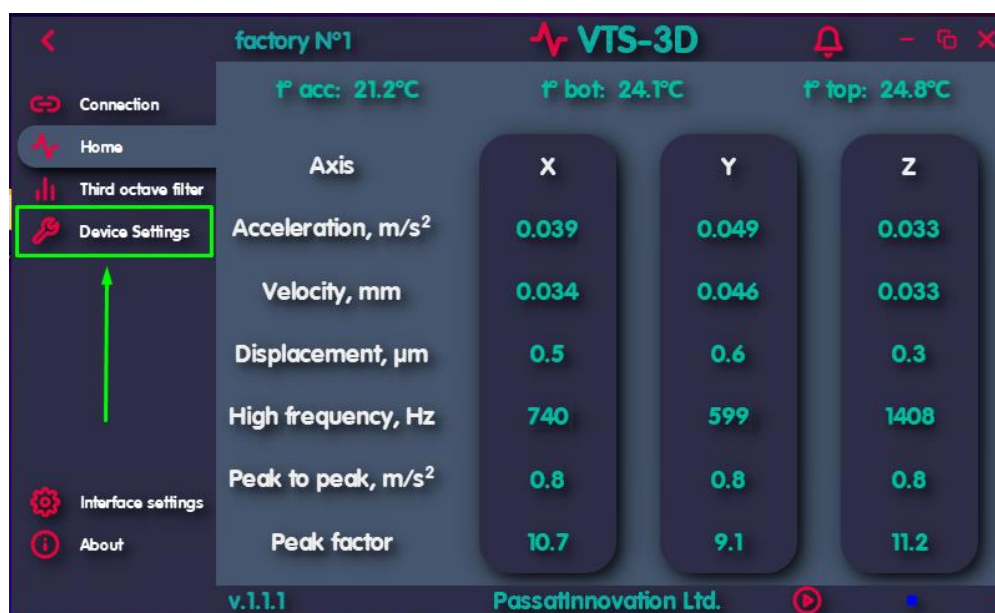


Рисунок 4 – Домашнее меню сервисного ПО VTS-3D

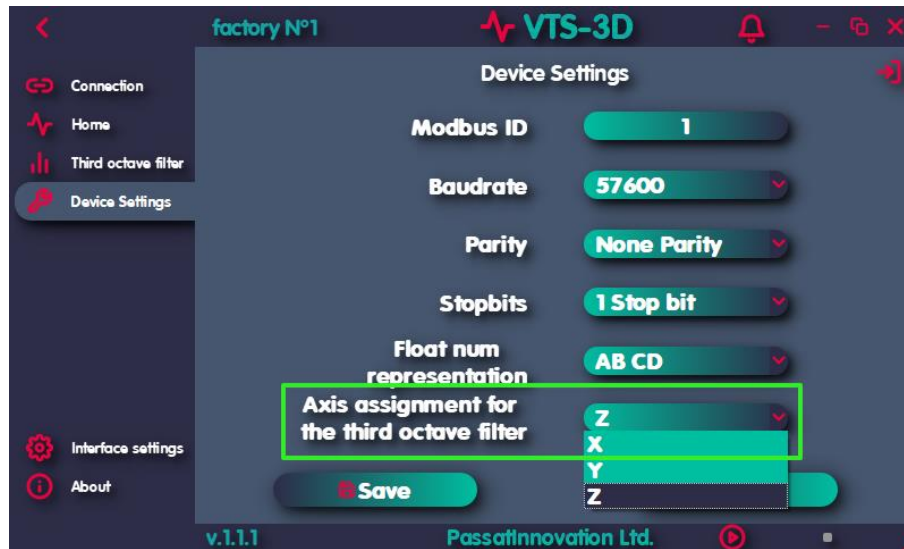


Рисунок 5 – Окно настроек устройства

После выбора оси настройки необходимо сохранить, нажав «Save» и перезагрузить устройство нажав «Reboot».

Посмотреть текущие данные в третьооктавных фильтрах можно перейдя во вкладку «Third octave filters» (рисунок 6).

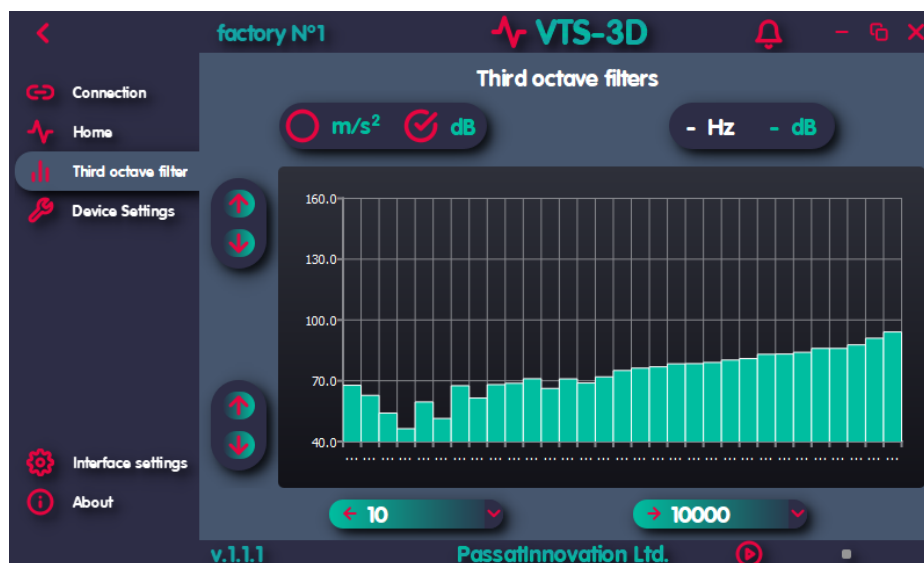


Рисунок 6 – Окно просмотра третьооктавного спектра виброускорений

Нажав на столбец интересующей полосы, можно посмотреть текущий уровень СКЗ виброускорения в данной полосе (рисунок 7).



Рисунок 7 – Пример просмотра уровня конкретной третьооктавной полосы

### Текущее состояние

В регистре 40289 (таблица 4) отображается текущая выбранная ось для третьооктавных фильтров.

Таблица 6 – Регистр MB\_FREQ\_FILTER\_THIRD\_OCTAVE\_AXIS

Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Бит 15	Бит 14	Бит 13	Бит 12	Бит 11	Бит 10	Бит 9	Бит 8

Таблица 7 – Описание регистра MB\_FREQ\_FILTER\_THIRD\_OCTAVE\_AXIS

Бит [1:0]	Текущая ось третьооктавных фильтров. Ось по умолчанию: Z (0: Выбрана ось X; 1: Выбрана ось Y; 2: Выбрана ось Z)
Бит [15:2]	Резерв.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Барков А.В., Баркова Н.А., Грищенко Д.В., Идентификация состояния механизмов с узлами вращения по результатам вибрационного мониторинга и контроля температуры: НОУ «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР», Санкт-Петербург, 2011, 80с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Описание реализуемых третьоктавных фильтров

№ полосы	Средняя геометрическая частота, Гц	Диапазон*, Гц
1	10	0–11,2
2	12,5	11,2–14,1
3	16	14,1–17,9
4	20	17,9–22,4
5	25	22,4–28,1
6	31,5	28,1–35,5
7	40	35,5–44,7
8	50	44,7–56,1
9	63	56,1–71
10	80	71–89
11	100	89–112
12	125	112–141
13	160	141–179
14	200	179–224
15	250	224–281
16	315	281–355
17	400	355–447
18	500	447–561
19	630	561–710
20	800	710–895
21	1000	895–1120
22	1250	1120–1410
23	1600	1410–1790
24	2000	1790–2240
25	2500	2240–2810
26	3150	2810–3550
27	4000	3550–4470
28	5000	4470–5610
29	6300	5610–7100
30	8000	7100–8950
31	10000	8950–11200

\*В соответствии с ГОСТ 17168–82



<b>Дата</b>	<b>Версия</b>	<b>Изменения</b>
15-Апр-2022	1.0	Публичный релиз. Добавлено описание третьоктавных фильтров
13-Июля-2022	1.1	Внесены изменения в карту регистров (таблицы 2, 4)
26-Мар-2024	1.2	Внесены изменения в карту регистров (таблица 2)