УДК 621.371.374:622.25

# ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧИХ ЧАСТОТ В ШАХТНОМ СТВОЛЕ

***Шамсутдинов Марат Мубаракшаевич,*** *д.т.н., проф. КРСУ им. Б. Ельцина, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек пр. Чуй 6.* e-mail: mar44330180@yandex.ru
***Таштанбаева Венера Орозбековна,*** аспирант КГТУ им. И. Раззакова (+996)561498, 720044, г. Бишкек пр. Ч.Айтматова 66. e-mail: tashtanbaeva.venera@mail.ru

В данной работе изучается помехи (сварка, электромагнитные волны, шумы от вибрации и др.) в стволе шахты, которые могут влиять на работу системы сигнализации и связи и вызывать ложные срабатывания тормозной системы подъемной установки. Задачей исследования является выбор частот которые позволят контролировать натяжения головного каната и не влиять на работу системы сигнализации и связи.

**Ключевые слова:** шахтный ствол, подъемные установки, стальные канаты, напуск каната, контроль, датчик, безопасность.

# A CHOICE AND GROUND OF WORKING FREQUENCIES ARE IN MINE BARREL

***Shamsutdinov Marat Mubarakshaevich,*** *PhD (Engineering), Professor KRSU named after B.Elsina, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek Chyi st.6* e-mail: mar44330180@yandex.ru
***Tashtanbaeva Venera Orozbekovna,*** *graduate student KSTU named after I.Razzakov. Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, Mira st. 66. e-mail: tashtanbaeva.venera@mail.ru*

In hired is studied hindrances (welding, hertzian waves, noises from the vibration of and other) in a barrel mines that can influence to work of the system of signaling and connection and cause the false wearing-outs of the brake system of the lifting setting. A research task is a choice of frequencies that will allow controlling the pulls of headrope and not influencing to work of the system of signaling and connection.

**Keywords:** mine barrel, lifting options, steel ropes, fall-over of rope, control, sensor, safety.

Надежная работа аппаратуры индуктивной связи в стволе шахты во многом зависит от правильно выбранных рабочих частот. На петлевую антенну проложенную по стволу шахты будут воздействовать помехи от излучающих объектов как на дневной поверхности, так и в стволе шахты. Коммутация различных двигателей, контактов, электрической сварки на поверхности, а также воздействие электромагнитного поля, проложенных по стволу силовых кабелей, кабелей сигнализации и связи создают определенные помехи различной амплитуды, частоты, фазы и пр. поэтому выбору рабочих частот предшествует измерение уровня помех, наводимых в петлевой антенне в диапазоне частот индуктивной связи.

**Измерение помех в стволе шахты.** Техническая характеристика ствола:

1. Высота ствола H = 390 м.
2. Высота копра $H_к$ = 32 м.
3. Ширина проложенной петли B = 0,5 м.
4. В стволе проложены силовые кабели и кабели сигнализации, причем одна из близких ветвей петли находится на расстоянии 3 м от них.

Петлевая антенна приемника (ПАП) была проложена по стволу шахты между двумя сосудами. Марка проложенного кабеля ТАШ 1х2 ГОСТ 12100-66, сечением медной жилы – 0,8 мм, радиальной толщиной изоляции 0,6-1 мм. На период экспериментов антенна выведена до района разгрузочных кривых копра.

Измерение помех производилось по методике, изложенной в [1]. Петлевая антенна на верхней приемной площадке копра подключалась через согласующее устройство к селективному измерителю уровня ИУУ5-300. Таким образом при измерении учитывалось как влияние объектов ствола шахты, так и металлической конструкции копра. При неработающей подъемной установки полученные данные приведены в таблице 1 и 2. Так как отсчет измеренных уровней помех производился по шкале прибора ИУУ5-300 в неперах ($N_p$), то для перевода их в абсолютные значения напряжений применялась таблица пересчета [2]. За условный нулевой уровень обычно принимается мощность P=1мВт на сопротивлении R=600 Ом, чему соответствует напряжение $U_П$=0,775В и ток I=1,29 мА. Значит пересчет измеренных уровней в неперах в абсолютные значения напряжений помех может производиться также на основании формулы:

$$N_p = ln\frac{U_П}{U_0} = ln\frac{U_П}{0,775} \qquad (1)$$

Или после преобразования (1) по формуле:

$$U_П = 0.775e^{N_p} \qquad (2)$$

где, $N_p$ –значение непер по прибору ИУУ5-300; $U_П$ – абсолютное значение напряжения помех наводимых в петлевой антенне.

На основании полученных данных (табл 1 и 2) построены графики $U_П$=F(f), где $U_П$ – напряжение помех; f- частота ИУУ5-300.

Высота металлической конструкции копра составляет $H_к$ = 32 м. поэтому значительное влияние на работу аппаратуры индуктивной связи могут оказать атмосферные, промышленные, а также помехи от удаленных радиостанций.

На расстоянии 5 м ниже устья ствола шахты, каждая из ветвей петлевой антенны была выведена экранированным проводом марки БПВЛЭ -2.5. Уровень помех регистрировался в течении смены при неработающей подъемной установки. Импульсные помехи, возникающие

во время работы подъема фиксировались по осциллографу С-1-54. Полученные при этом значения уровней после пересчета приведены в табл. 3 и 4 и построены графики зависимости $U_П$=F(f).

Эксперименты по определению уровней помех проводились дважды и регистрировались по ИУУ5-300 и интервалом отсчета 5 кГц.

**Анализ полученных результатов.** Результаты измерения напряжений помех в диапазоне частот f=5÷300 кГц, позволяют определить участки с наибольшими и наименьшими абсолютными уровнями помех, как при работающей подъемной установке, так и неработающей. (табл. 1,2,3,4,5).

При работающей подъемной установке построены зависимости $U_П$=F(f), приведенные на рис. 1, 2 из которых следует:

- участок f= 5÷80 кГц с уровнем радиопомех в пределах $U_П$= 0.095÷0.112 мВ;
- участок f= 80÷160 кГц где радиопомехи практически отсутствовали;
- на участке f= 165 кГц имеет место постоянная помеха с уровнем $U_П$= 0.095÷0.112 мВ;
- на участке f= 175÷190 кГц помехи отсутствуют;
- участок f= 197÷230 кГц характеризуется наличием импульсных помех с уровнем $U_П$= 0.035÷0.095 мВ;

Измеренные помехи только в стволе шахты без учета копра показаны на рис. 3, 4 при этом подъемная машина не работала. Общий уровень помех в основном не изменился и составил:

- на участке f= 50÷65 кГц, $U_П$= 0.035÷0.095 мВ;
- участок f= 70÷160 кГц помехи практически отсутствуют;
- на участке f= 162 кГц присутствует помеха от работающей удаленной радиостанции (сигнал прослушивался на телефоны на выходе ИУ5-300) с уровнем $U_П$= 0.112 мВ. При включенной шахтной сигнализации на экране С-1-54 отчетливо просматривается синусоидальная помеха частотой f= 50 Гц и амплитудой около 2мВ (рис. 3). Помеха исчезает при отключении сигнализации.
- на участке f= 175÷190 кГц помехи отсутствуют;
- участок f= 195÷230 кГц характеризуется нестабильным появлением импульсных помех с уровнем $U_П$= 0.035÷0.095 мВ.

В период разгона и торможения подъемной машины (табл. 5, рис. 5) происходит коммутация контакторов силовой сети. Уровень импульсных помех при этом увеличивается и достигает величины $U_П$= 0.15 мВ.

**Выбор несущей частоты.** Анализ полученных результатов измерения помех, позволил определить диапазоны частот с минимальными уровнями. Это диапазоны частот f= 100÷150 кГц и f= 175÷190 кГц.

Для диапазона частот индуктивной связи принимаем полосу f= 100÷150 кГц, как не входящую в радиовещательный длинноволновый диапазон.

Согласно рекомендациям [3] при индуктивной связи (малогабаритный передатчики – петлевая антенна – стационарный приемник) рабочие частоты для разрабатываемой аппаратуры выбираем равными 148.4 кГц и 132.8 кГц для первого и второго канала соответственно.

**Вывод.** Для оценки натяжения каната через измерения частоты необходимо учесть исследования проведенного в стволе шахты.

Результаты измерения уровня помех в стволе шахты показывают что наиболее эффективными частотами для оценки натяжения каната шахтной подъемной установки необходимо применять диапазон частот f=20÷40 кГц, а для радиосвязи в стволе шахты применимы частоты f=100÷150 кГц.

Таблица 1

| f (кГц) | 15 | 20 | 26.2 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 51 | 55 | 58 | 60 | 61 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P (НП) | -∞ | -∞ | -10 | -∞ | -10 | -∞ | -∞ | -∞ | -9 | -8.8 | -9 | -10 | -9 | -9 | -∞ | -10 | -10 | -10 |
| U (мВ) | 0 | 0 | 0.035 | 0 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0.095 | 0.112 | 0.095 | 0.035 | 0.095 | 0.095 | 0 | 0.035 | 0.035 | 0.035 |

| 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 163 | 165 | 170 | 175 | 180 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -10 | -9 | -10 | -∞ | -∞ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.095 | 0.035 | 0 | 0 |

| 185 | 190 | 197 | 200 | 205 | 210 | 215 | 220 | 225 | 230 | 235 | 240 | 245 | 250 | 255 | 260 | 265 | 270 | 290 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -∞ | -∞ | -9 | -10 | -10 | -10 | -9 | -10 | -10 | -10 | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -10 | -9.7 | -10 | -∞ |
| 0 | 0 | 0.095 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.095 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.047 | 0.035 | 0 |

Таблица 2

| f (кГц) | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 51 | 55 | 58 | 60 | 61 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P (НП) | -∞ | -∞ | -10 | -∞ | -10 | -∞ | -∞ | -10 | -9 | -8.8 | -9 | -10 | -8.8 | -10 | -∞ | -10 | -∞ | -∞ | -∞ |
| U (мВ) | 0 | 0 | 0.035 | 0 | 0.035 | 0 | 0 | 0.035 | 0.095 | 0.117 | 0.095 | 0.035 | 0.117 | 0.035 | 0 | 0.035 | 0 | 0 | 0 |

| 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 163 | 165 | 167 | 170 | 175 | 180 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -10 | -9 | -10 | -∞ | -∞ | -∞ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.095 | 0.035 | 0 | 0 | 0 |

| 185 | 190 | 195 | 200 | 205 | 210 | 215 | 220 | 225 | 230 | 235 | 240 | 245 | 250 | 255 | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -∞ | -10 | -9 | -10 | -10 | -10 | -9 | -10 | -10 | -10 | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -∞ | -10 | -9.7 | -9 | -10 | -∞ |
| 0 | 0.035 | 0.095 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.095 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.047 | 0.035 | 0.035 | 0 |

Таблица 3

| f (кГц) | 25 | 30 | 35 | 38 | 40 | 45 | 50 | 54 | 55 | 60 | 62 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P (НП) | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -9.6 | -9.7 | -9 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| U (мВ) | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.068 | 0.08 | 0.095 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | 167 | 170 | 175 | 180 | 185 | 190 | 195 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | -9.3 | -9 | -9 | -9.3 | -9.2 | -9.6 | 8.4 | ∞ | ∞ | ∞ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,071 | 0,095 | 0,095 | 0,071 | 0,075 | 0,068 | 0,024 | 0 | 0 | 0 |
| 205 | 210 | 215 | 220 | 225 | 230 | 235 | 240 | 245 | 250 | 255 | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 | 285 | 290 | 295 | 300 | | |
| ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | 10.56 | -10.9 | -8.4 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.018 | 0.024 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | | |

Таблица 4

| f (кГц) | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P (НП) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | -10 | -9 | -9 | -10 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| U (мВ) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.095 | 0.095 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | 170 | 175 | 180 | 185 | 190 | 195 | 200 | 205 |
| ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | -10 | -10 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | -10 | -9 | -10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.095 | 0.035 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 210 | 215 | 220 | 225 | 230 | 235 | 240 | 245 | 250 | 255 | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 | 285 | 290 | 295 | 300 |
| -10 | -10 | -10 | ∞ | -10 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 5

| f (кГц) | 20 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 62 | 70 | 78 | 79 | 80 | 82 | 90 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P (НП) | -7.5 | -8 | -8 | -8 | -8.5 | -9 | -8.5 | -10 | -8.8 | -10 | -10 | -9 | -8.8 | 9.3 | -10 |
| $U_{ред}$ (мВ) | 0.0428 | 0.0259 | 0.0259 | 0.0259 | 0.0157 | 0.095 | 0.058 | 0.035 | 0.117 | 0.035 | 0.035 | 0.095 | 0.117 | 0.071 | 0.035 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | 170 | 175 | 180 | 185 | 190 | 195 | 200 |
| -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | -10 | -8.8 | -10 | -10 | -10 | -10 | ∞ | ∞ | ∞ |
| 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.117 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0 | 0 | 0 |

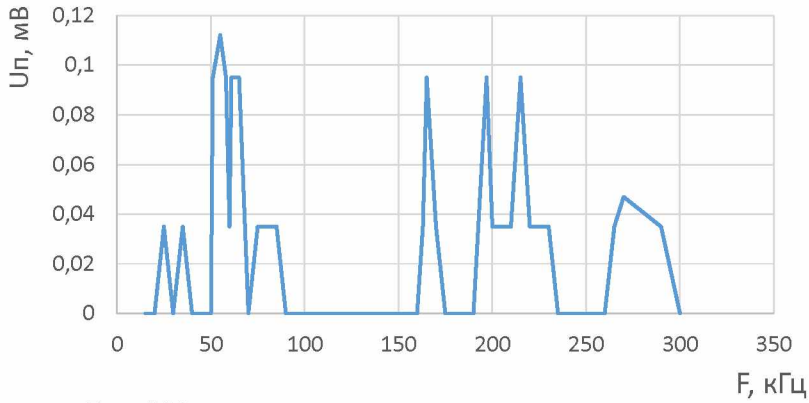


**Рис.1 Уровень напряжения помех по данным табл. 1**

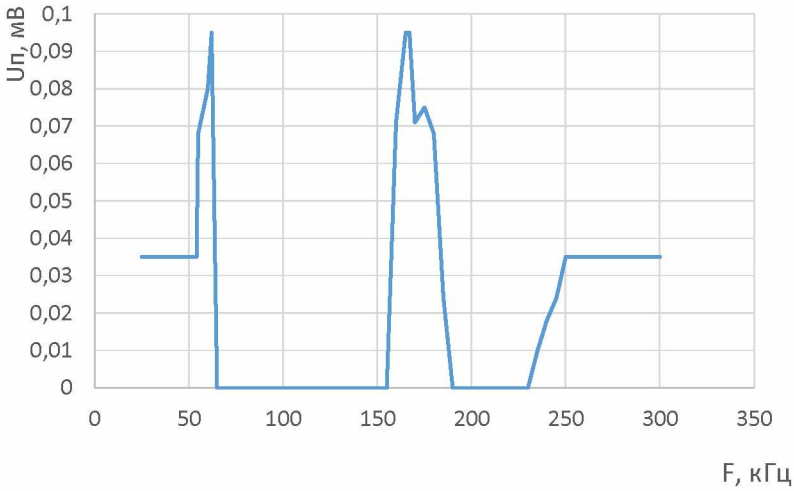


**Рис.3 Уровень напряжения помех по данным табл. 3**

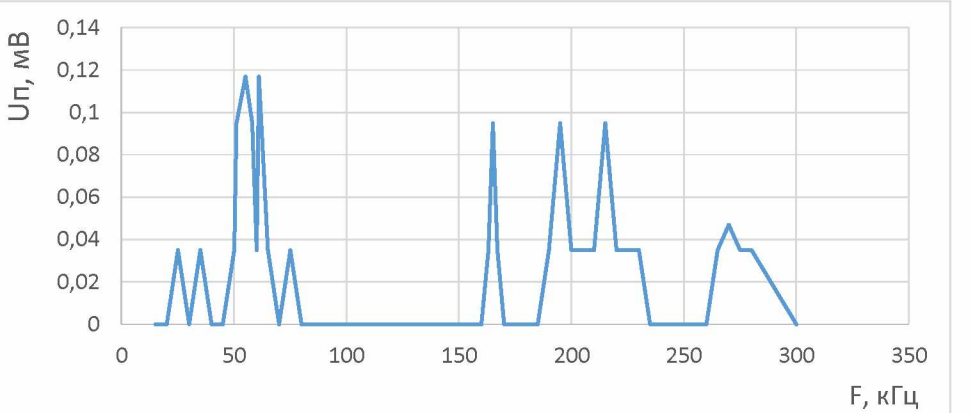


**Рис.2 Уровень напряжения помех по данным табл. 2**

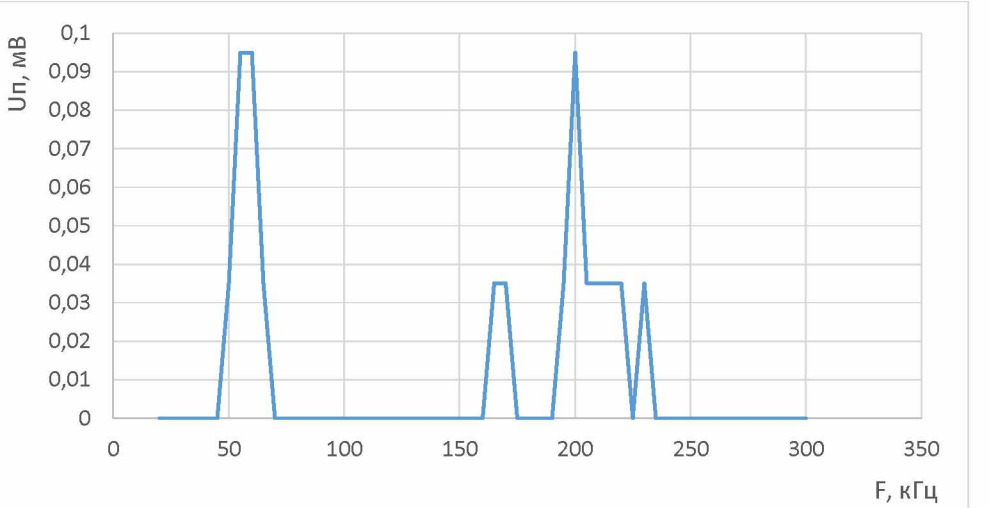


**Рис.4 Уровень напряжения помех по данным табл. 4**

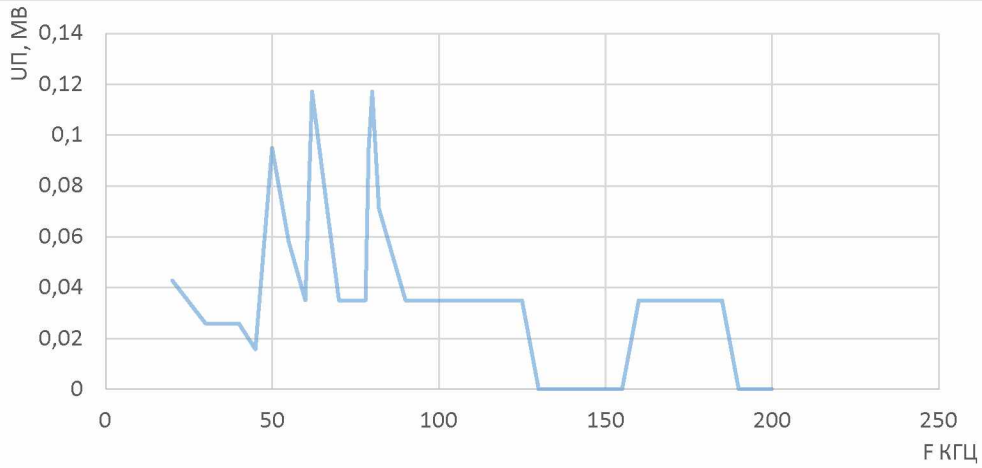


**Рис.5. Уровень напряжения помех по данным табл.5**

## Литература

1. Модернизация шахМесто для уравнения.тной стволовой сигнализации и контроля напуска каната(отчет НИР). Тема 11/76. Инв. №618836. ФПИ. Латыпов И.Н., Фрунзе 1977г.

2. Инструктивный материал и пересчетные таблицы для перевода величины, выраженных в неперах, в дицибеллы. Связь. 1971

3. Шварц.Б.А. Двухстороняя беспроводная индуктивная связь внутри предприятия. М. Связь. 1971.

4. разработка и исследование устройства защиты шахтного подъема от напуска каната в ствол. (отчет НИР) УДК 621.86.078. № гос.регистрации 77053800. ФПИ. Латыпов И.Н., Фрунзе 1978г.