

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Методика проведения измерений.....	3
3. Методика проведения анализа.....	3
4. Описание обследуемой станции/системы.....	4
5. Проведение анализа.....	7
6. Рекомендуемое оборудование.....	7
7. Расчет экономических показателей.....	7
Приложения.....	22-23

1. Введение:

Целью проведения обследования (аудита) является определение фактической гидравлической характеристики системы водоводов; определение производительности станции; подбор нового, более энергетически эффективного оборудования, производства GRUNDFOS с учетом пожеланий заказчика по производительности станции и требований гидравлической системы. Расчет экономических показателей работы станции при эксплуатации оборудования GRUNDFOS.

2. Методика проведения измерений:

Аудит Насосных Систем включает в себя измерение 4 параметров, а именно: расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), давления в напорном коллекторе (м), давления в подводящем коллекторе (м), и энергопотребления ($\text{кВт}/\text{ч}$) установленного насосного оборудования. Для измерения объема перекачиваемой жидкости, используются данные, полученные при помощи одноканального ультразвукового расходомера модели «Katflow 200» производства компании «Katronic».

Давление измеряется с помощью поверенных мановакуумметров и дифференциальных преобразователей MBS 3000 производства Danfoss, с последующими вычислениями.

Энергопотребление измеряется с помощью ваттметра DIRIS A40, производства компании “SOCOMEC”, который измеряет потребляемый ток и напряжение, с последующим вычислением мощности. Все полученные данные сохраняются в устройстве регистрации МИК-2 для последующей обработки и анализа. Суммарная погрешность измерений приборов составляет $\pm 2\%$. Такая же погрешность является максимальной для конечного результата. Также для проведения анализа и расчетов используются статистические данные из журналов учета и записи трендов Склада системы при наличии.

3. Методика проведения анализа:

По измеренным и полученным статистическим данным, при помощи программы “LCC-Calkulator” (является интеллектуальной собственностью ООО “Грундфос”), составляется профиль нагрузки, который делится на 5 зон. В каждой зоне нагрузки рассчитывается средняя рабочая точка. Составленный профиль, а так же анализ на соответствие эксплуатируемого оборудования проектной документации, является основой

для подбора нового оборудования. Выбор делается с учетом наибольшего расчетного КПД подбираемой насосной установки в зоне нагрузки, на которую попадает большая часть рабочих часов.

Затем сравниваются затраты на эксплуатацию старого и нового насосов, рассчитывается срок окупаемости. Результат остается актуальным в том случае, если параметры гидравлической системы при монтаже нового оборудования не изменяются. За исключением замены насосного агрегата и при необходимости, оптимизации системы управления и контроля.

4. Описание обследуемой станции/системы:

Основной задачей проведения данного аудита является проверка правильности подбора проектного оборудования, анализ режимов работы, обследование мест установки, гидравлической системы и измерения параметров работы основного насосного агрегата.

Обследование параметров работы насосов проводились в период с 31 января по 01 февраля 2017 г.

В результате обследования определено, что регулировка рабочей точки и требуемых напоров в выходных коллекторах производится посредством напорной задвижки непосредственно за насосом. Управление происходит без применения частотных приводов, режим работы системы не стабилен, что наглядно показано на графиках.

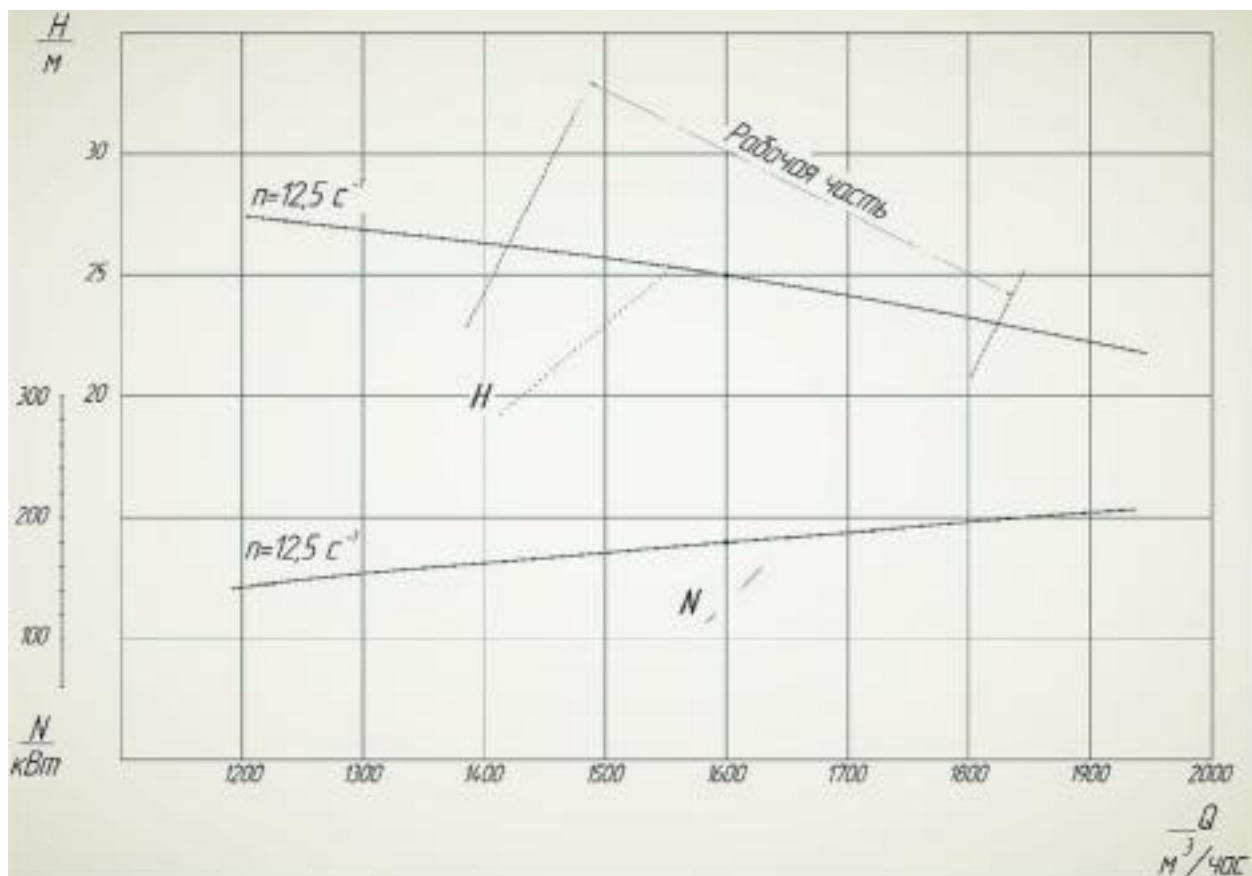
В качестве основных насосов, в настоящее время используется группа из 3 насосов ГрАУ в работе находится всегда только 1 насос. Не работающие насосы группы, находятся в горячем резерве. В момент проведения измерений, использовался насос № 3.

Данные производителя установленного оборудования:

№ П/П	Насос	Тип насоса	Кол-во (шт.)	Номинальная мощность (кВт.)	Номинальный напор (м.)	Номинальный расход (м.куб/час)	Максимальный КПД (%)
1	№3	ГрАУ 1600/25	1	250	25	1600	Не заявлено

В системе обследуемого водоснабжения, в течение суток зафиксировано постоянное изменение перекачиваемого объема, обусловленное потребностью присоединенных абонентов. Время работы насосных агрегатов группы, составляет 24 часа в сутки, 365 дней в году. Резервные насосы подключаются в работу по мере необходимости.

График характеристик установленного оборудования:



5. Проведение анализа:

Исходя из условия нестабильной работы насосного оборудования в системе, с целью определения минимальных и максимальных значений расхода и напора, были проведены суточные измерения характеристик.

Ниже представлены сводная таблица параметров работы насоса и более детальный расчет.

Фактические показатели работы существующего оборудования:

№ П/П	Насос	Тип насоса	Кол-во в работе (шт.)	Потребляемая мощность (к.Вт.)	Развиваемый напор (м.)	Фактический расход (м.куб/час)	КПД в раюочих точках (%)
1	№3	ГрАУ 1600/25	1	150-160	21.2-22.4	200-1000	11-25

Предварительный анализ данных показал, что основной насос работает с очень низким КПД, причиной чего является изначально принятое конструктивное решение.

Опираясь на данный показатель, возможно подобрать альтернативное насосное оборудование и решение в целом, для требуемых рабочих точек, с оптимальными рабочими характеристиками и КПД. При необходимости, возможно организовать каскадное управление и работу от частотных приводов. При этом получить значительную экономию электроэнергии для перекачивания требуемых объемов. Расчетный объем перекачиваемой среды остается неизменным (фактическим на момент проведения обследования).

Для подбора новых насосов и дальнейших расчетов, принимаем необходимый расход до 800 м³/ч. на каждый насос и напор до 22,4 м. согласно фактическим требованиям существующей гидравлической системы.

6. Рекомендуемое оборудование:

По определенным и расчетным данным, подбираем 2 новых насосных агрегата погружного типа, из производственной линейки компании «Грундфос».

Каждый насос «перекрывает» необходимые параметры и в нормальном режиме и, должен работать один. При необходимости, в случае увеличенного притока в КНС, и, в паводковые периоды, в работу автоматически может подключиться второй насос. При совместной работе,

суммарная производительность станции возрастет как минимум в два раза. (подробнее, см. Графики совместной работы насосных агрегатов) Также подбираем шкаф защиты и управления, оснащенный общим контроллером и преобразователями частоты номинальной мощности для каждого насоса.

Более подробное описание оборудования- в приложениях.

7. Расчет экономических показателей:

Для дальнейших расчетов и сравнений, вводим полученные данные существующей системы и расчетные данные альтернативно подобранного оборудования в программу “LCC-Calkulator” (является интеллектуальной собственностью ООО «Грундфос»).

Стоимость оборудования указана с учетом НДС, комплекта ЗИП и ввода в эксплуатацию.

Материалы и СМР не учтены.

Время работы насоса принято = 24 часа в сутки, 365 дней в год.

Стоимость электроэнергии принята = 0,073 EUR. (4.5 руб.) за 1 кВт/час;

Удорожание электроэнергии в год = 2,5%;

Износ насосного оборудования в год принят = 1%.

Существующее оборудование (показатели для 1 насоса)

№ П / П	Тип насоса	Ном. мощн. (кВт.)	Напор (м.)	Факт. Расход (м.куб/час)	КПД в раб.точке (%)	Удельная энергия (кВт/мкуб)	Затраченная энергия (кВт/год)	Стоимость энергии (EUR/год)
1	ГрАУ 1600/25	250	21.2- 22.4	200-1000	11-25	0,23-0,55	1341197	98176

Альтернативное оборудование Grundfos (расчетные показатели для 1 насоса)

№ П / П	Тип насоса	Ном. мощ. (кВт.)	КПД в раб. точке (%)	Удельн. Энергия кВт/мкуб	Затрачен ная энергия (кВт/год)	Стоимость энергии (EUR/год)	Эконом (%)	Эконом (EUR/год)	Срок окупаемо сти (год, мес)
1	S2.120.250. 800.6.70H.S	80	44-68	0,09-0,14	439 239	32132	67	66023	1,7

Программой рассчитываются и сравниваются следующие показатели:

- Фактический КПД существующего насоса и нового насоса в заданной точке;
- Удельная энергия, затраченная на перекачку 1 м³ воды;
- Объем жидкости перекачиваемый за год;
- Количество электроэнергии, затраченной за год;
- Стоимость электроэнергии, затраченной за год;
- Расчет срока окупаемости нового оборудования из сэкономленных средств.
- Более детально, данные представлены ниже в табличном и графическом виде по каждой группе насосов в отдельности.

Основной насос № 3:

В настоящее время, на станции, в качестве основного насосного агрегата установлен и эксплуатируется насосный агрегат отечественного производства ГрАУ 1600/25. В нормальном, штатном режиме, в работе находятся всегда только 1 насос. Не работающие насосы, находятся в горячем резерве.

Фактический напор (Н) в коллекторе за напорной задвижкой, составляет от 21,2 до 21,4 м. при подаче от 200 до 1000 м³/ч кратковременно. В качестве альтернативной замены существующих насосов, выбраны насосы типа S2.120.250.800.6.70H.S в специальном исполнении и шкафом управления Control MPC-E с частотным приводом к каждому насосу.

График фактического расхода:

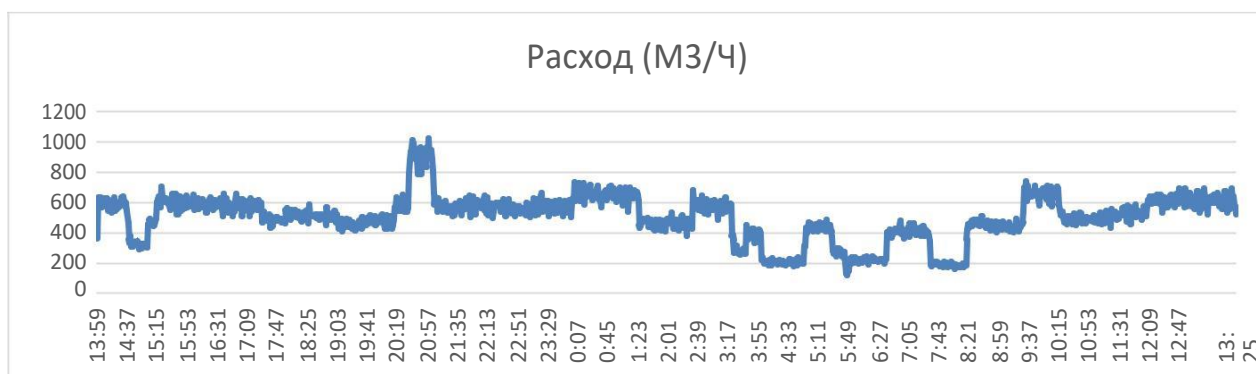


График фактического напора:

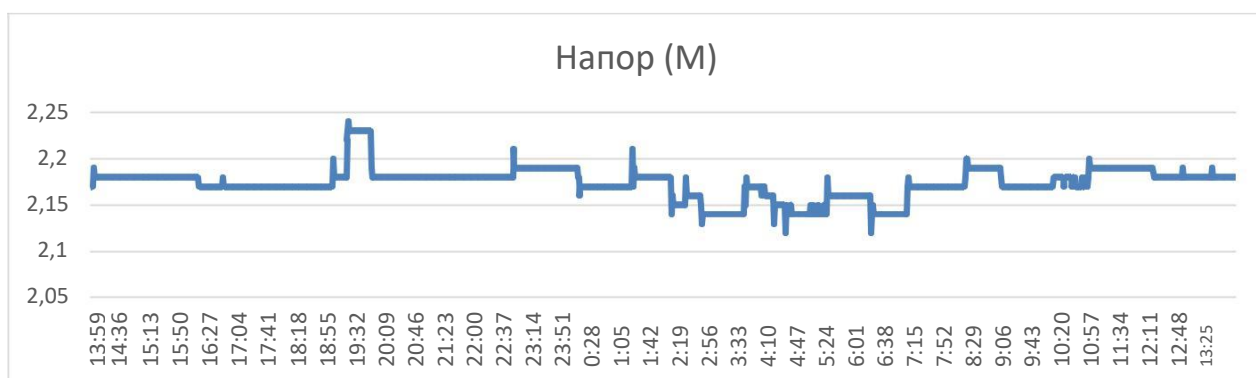
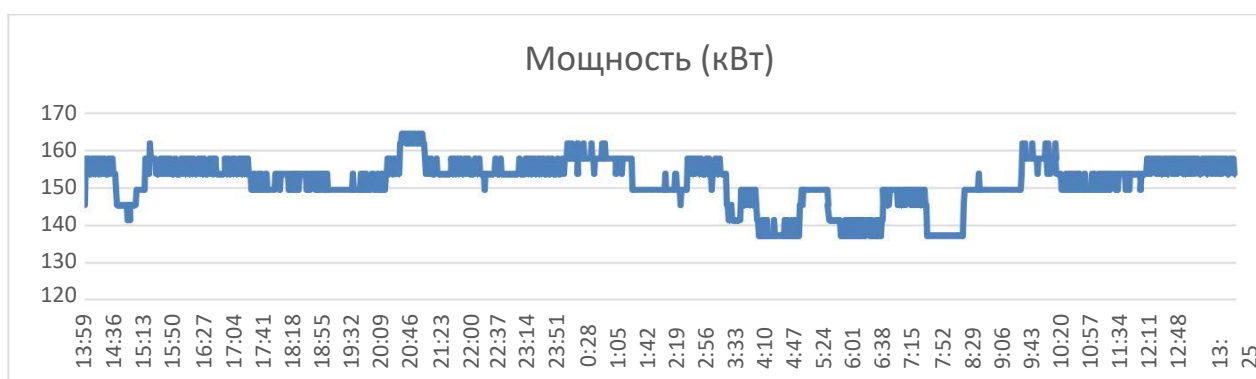


График фактической потребляемой мощности:



Стоимость оборудования:

Насос S2.120.250.800.6.70H.S x 2 Шт.:

Номер продукта по запросу.

Срок поставки 12-16 недель.

Стоимость 31 731 Евро/шт.

Шкаф управления Control MPC-E 2x90 ESS-I+Ops:

Номер продукта по запросу.

Стоимость 35 880 Евро.

Принадлежности:

Автоматическая муфта x 2 Шт.

Ультразвуковой датчик уровня.

Стоимость 5 072 Евро.

Обязательный комплект ЗИП для 2 насосов:

Номер продуктов по запросу.

Срок поставки 4 недели.

Стоимость 1 783 Евро.

Итого: Комплект основного оборудования = 106 197 Евро.

Шкаф управления 2-мя насосами S2.120.250.800.6.70H.S = 168 А x 2 Шт +Ops .

Control MPC-E 2x80 ESS-I+Ops

Технические данные:

Отдельный ввод питания для каждого насоса 3x380В, РЕ, 50

Гц Контроллер CU352 Multi Pump Control

Пуск насосов через отдельно стоящие преобразователи

частоты Исполнение внутреннее IP54, 0...+40С

Дополнительно укомплектован:

- модуль MCB114 для подключения датчиков pt100 в подшипниках электродвигателя на каждый насос

- реле 3RS1041 для подключения трех pt100 в обмотках статора на каждый насос

Экономический расчет:

Данные для загрузки профиля:

Статистические данные			
	минимум	средний	максимум
Напор (м)			
Расход (м³/ч)			
Мощность (кВт/ч)			
Время работы в год	дней	ч/день	
	365	24	
Данные для подбора			
Напор (м)			
Расход средний (м³/ч)			
Суммарный расход в год (м³)			
Время работы за год (ч)			
Анализ данных для загрузки профиля			
	Расход Q	Давление H	Время
Класс 1			
Класс 2			
Класс 3			
Класс 4			
Класс 5			

Стоимость, годовой расчет:

Разовые затраты

	Существующая система		Новая система GRUNDFOS	
	Данные существующей системы		Данные нового насоса / Системы	
	Наименование	Цена	Наименование	Цена
Насос/система		0 €	Система из 2 насосов	63462 €
Шкаф управления		0 €	Шкаф управления x 2 н.	35880 €
Принадлежности		0 €	Принадлежности	5072 €
Монтаж		0 €	Обязательный ЗИП	1783 €
Общие инвестиции		0 €	Общие инвестиции	106197 €

Годовые затраты

Сервис

	Существующая система		Новая система GRUNDFOS	
	Наименование	Цена	Наименование	Цена
Профилактика				
Ремонт				
Сумма затрат		0 €		0 €

Данные для загрузки профиля

	1	Данные нового насоса / Системы	
Расход		4412934 м³	4412934 м³
Энергия		1341197 kWh	439239 kWh
Стоимость энергии		98176 €	32152 €
Экономия в год		66023 €	

Сравнительная диаграмма затрат:

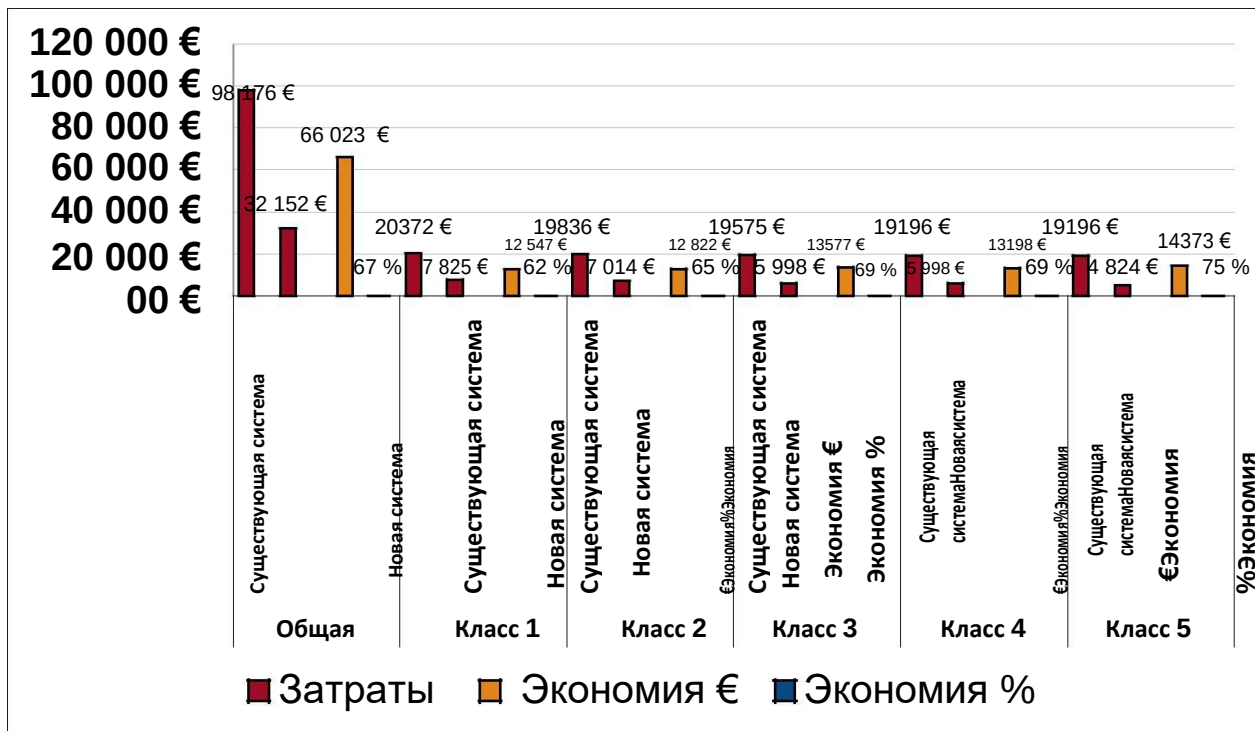
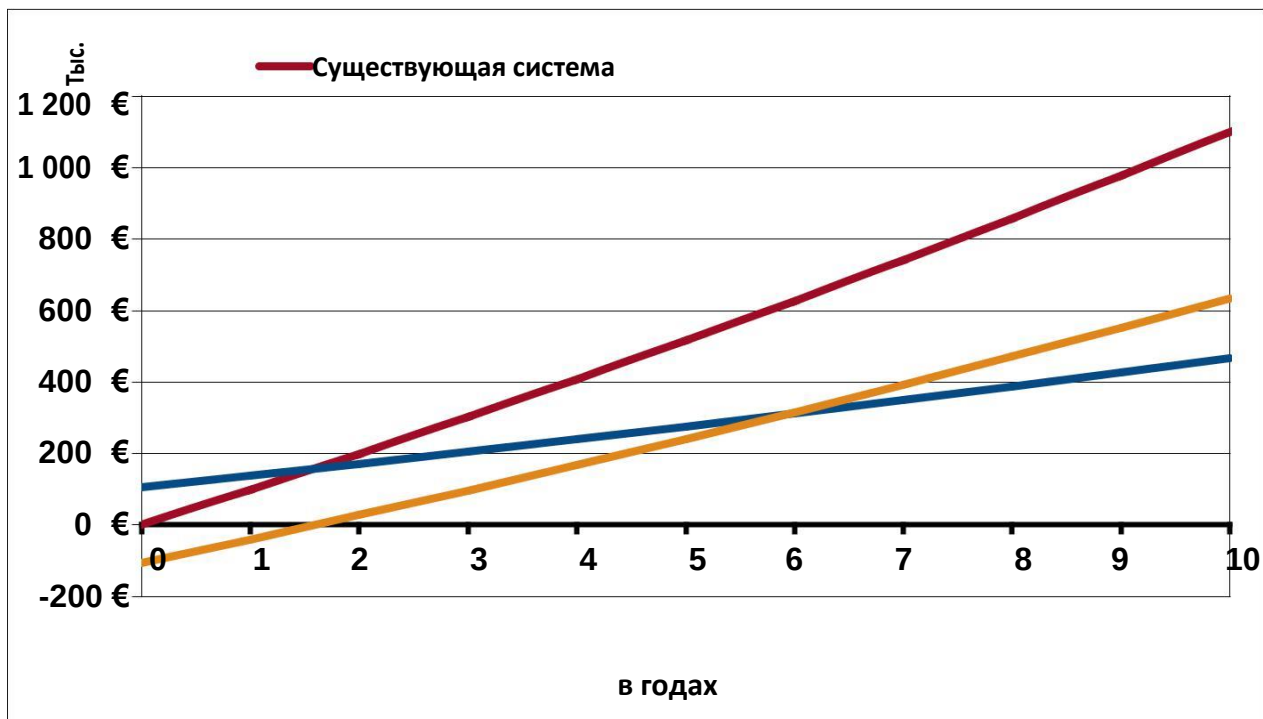


Диаграмма срока окупаемости:



Данные диаграммы окупаемости:

Период расчета	Существующая система	Новая система Grundfos	Экономия
0	0	106 197	-106 197
1	98 176	138 349	-40 174
2	198 806	171 305	27 500
3	301 951	205 086	96 866
4	407 676	239 710	167 966
5	516 043	275 200	240 843
6	627 120	311 578	315 543
7	740 974	348 864	392 109
8	857 674	387 083	470 590
9	977 291	426 258	551 033
10	1 099 899	466 412	633 487
11	1 225 572	507 570	718 003
12	1 354 387	549 756	804 631
13	1 486 423	592 997	893 425
14	1 621 759	637 320	984 439
15	1 760 478	682 750	1 077 728

Вывод по системе:

Срок окупаемости рассчитан исходя из стоимости комплекта из 2 насосов, датчиков и шкафа управления = 106 197 Евро.

Проведенные расчеты и сравнительный анализ параметров насосных агрегатов показывают, что установленное насосное оборудование работает не в оптимальной точке гидравлической характеристики, соответственно с пониженным КПД от заявленного заводом производителем.

Для снижения потребления электроэнергии, имеет целесообразность замена существующего оборудования на более энергетически эффективное и оптимально подобранное для гидравлических характеристик системы и, применение частотного регулирования.

Данная модернизация позволит исключить необходимость дросселирования запорной арматурой в напорных патрубках, и, приведет к значительному снижению потерь на местные сопротивления.

При замене оборудования на новое, средний КПД насосных агрегатов повысится с 17 до 56 процентов в номинальной точке рабочего диапазона.

Удельная энергия, на перекачку 1м³ воды, снизится в среднем с 0,45 до 0,16 кВт.

Расчетная экономия потребления электроэнергии составит в среднем 67 процентов.

Максимальный расчетный срок окупаемости составит не более 1 года, 7 месяцев.

Расчетная экономия денежных средств на электроэнергию в год, составит 66 023 EUR/год.

(Что составляет по настоящему курсу приблизительно 4 млн. руб.)