

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Пояснювальна записка

до магістерської роботи
на ступінь вищої освіти магістр

на тему: **«РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ
ІОТ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕМОДІАЛІЗНОГО
ЦЕНТРУ»**

Виконав: студент 6 курсу, групи ІСДМ-61
спеціальності 126 Інформаційні системи та технології
освітня програма «Інформаційні системи та технології»
(шифр і назва спеціальності)

_____ Токарчук Д.О. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Сторчак К.П. _____
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Данильченко В.М. _____
(прізвище та ініціали)

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір науково-технічної літератури		
2	Аналіз вихідних матеріалів		
3	Ознайомлення з матеріалами нефрології		
4	Визначення технічного завдання		
5	Аналіз технічного забезпечення для інтеграції		
6	Розробка інформаційної моделі		
7	Вступ, висновки, реферат		
8	Розробка демонстраційних матеріалів		
9	Попередній захист роботи		

Студент _____ Токарчук Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Сторчак К.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Текстова частина магістерської роботи с 55., рис. 18, 15 джерел.

ГЕМОДІАЛІЗ, АПАРАТ ШТУЧНА НИРКА ПРИНЦИПИ ПРОЦЕДУРИ, ПРОЦЕСИ, ДАТЧИКИ, ІОТ,СИСТЕМИ ВОДООЧИСТКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ.

Об'єкт дослідження: моделі інформаційної системи на основі ІоТ.

Предмет дослідження: можливості модернізації функціонування гемодіалізного центру

Мета роботи: розробити модель інформаційної системи на основі ІоТ з запропонованим модернізації окремих процесів в гемодіалізному центрі.

Методи дослідження: методи теорії інформації, методи наукового моделювання, методи дослідження інформаційних систем.

У даній магістерській роботі розроблено модель інформаційної системи на основі ІоТ для покращення функціонування гемодіалізного центру.

Розглянуто варіації датчиків відповідно до їх сучасності та можливості інтеграції.

На базі дослідженого матеріалу було запропоновано розроблений можливий варіант покращення функціонування центру.

Галузь використання: Медичні центри нефрології та діалізу.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IoT	Інтернет речей
SOAP	Simple Object Access Protocol
XML	Extensible Markup Language
НМГ	Низькомолекулярний гепарин
HDF	Гемодіафільтрація
WSDL	Web Services Description Language
ANSI	Американський національний інститут стандартів

ЗМІСТ

Вступ	10
1. ГЕМОДІАЛІЗ – ПРОЦЕС ТА ПРИНЦИПИ ПРОЦЕДУРИ	12
1.1 Медичне використання.....	12
1.2 Принцип гемодіалізу	17
1.3 Види гемодіалізу.....	18
1.4 Процес гемодіалізу.....	19
1.5 Методи очищення води для гемодіалізу	29
2. НЕОБХІДНИЙ МОНІТОРИНГ ОБЛАДНАННЯ	31
2.1 Однодоменний обмін даними	32
2.2 Мови для обміну даних.....	35
2.3 Вимірювальні прилади та технічна специфікація	42
2.4 PCWay	44
2.5 Теплові камери та тепловізори	46
2.6 Датчики для визначення якості води	51
3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІОТ ..	58
3.1 Камери	61
3.2 Ліжка.....	61
3.3 Водочистка.....	62
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	66
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	68

Вступ

На сьогоднішній день все більш частіше можливо почути про гемодіаліз або діаліз. Як і будь-яка ця галузь медицини, а саме галузь нефрології, вона не є досконалою і потребує. Окрім розвитку технологій, таких як апарати штучна нирка, модернізації потребують певні процеси та алгоритми проведення процедури.

Тема була вибрана внаслідок того що я особисто зіткнувся з цією проблемою. Поринувши у цей світ протягом тривалого часу я мав можливість недосконалість алгоритмів процедури та потребу в модернізації в окремих напрямленнях для полегшення перебігу процедури, а також станів пацієнтів під час процедури.

Окрім цього побачив необхідність в полегшенні роботи медичного персоналу. Дана робота призначена для визначення окремих проблем які можливо вирішити інформаційною системою та IoT технологією, шляхом інтеграції датчиків та розробкою моделі їх взаємодії за персоналом центру нефрології. Для підвищення відсотку виживаємості та загального самопочуття пацієнтів зі зниженням розвитку побічних захворювань внаслідок перебування на процедурі гемодіалізу. Досягнути цього є можливість у використанні розповсюджених на сьогоднішній день набираючих своєї популярності IoT технологій.

Прикладом побічних хвороб та ефектів які виникають внаслідок тривалого перебування на процедурі гемодіалізу є інсульт, тромбоз, інфаркт, хронічні захворювання суглобів, хронічний головний біль, зуд, захворювання нервової системи, та інші захворювання серцево-судинної системи та опорно-рухливої системи.

Об'єктом дослідження є процеси гемодіалізу та розробка моделі інформаційної системи на основі IoT під ці процеси.

Ця модель є простим прикладом комплексного використання датчиків в направленні медицини, нефрології і не тільки.

Предметом дослідження є розробка моделі інформаційної системи з застосування IoT технологій.

В результаті виконаної роботи має бути проаналізовані технології за допомогою яких можливо поліпшити функціонування центру діалізу, а також має бути розроблена модель системи готової до використання або яка може стати підґрунтям для розробки більш масштабованої системи.

Наукова новизна полягає у приведені до сучасності застарілих процесів та покращенні роботи за допомогою технології Інтернету речей.

1. ГЕМОДІАЛІЗ – ПРОЦЕС ТА ПРИНЦИПИ ПРОЦЕДУРИ

Гемодіаліз або просто діаліз, — це процес очищення крові людини, чий нирки не працюють нормально. Цей тип діалізу забезпечує екстракорпоральне видалення відходів, таких як креатинін і сечовина, і вільної води з крові, коли нирки знаходяться в стані ниркової недостатності. Гемодіаліз є одним із трьох методів замісної ниркової терапії (дві інші – трансплантація нирки та перитонеальний діаліз). Альтернативним методом екстракорпорального поділу компонентів крові, таких як плазма або клітини, є аферез.

Гемодіаліз може бути амбулаторним або стаціонарним лікуванням. Звичайний гемодіаліз проводиться в амбулаторних установах для діалізу, або в спеціально збудованій кімнаті в лікарні, або в спеціалізованій, автономній клініці. Рідше гемодіаліз роблять вдома. Лікування діалізом у клініці розпочинає та керує спеціалізований персонал, який складається з медсестр і техніків; Лікування діалізом вдома можна ініціювати самостійно, керувати або проводити спільно за допомогою кваліфікованого помічника, який зазвичай є членом сім'ї.

1.1 Медичне використання

Гемодіаліз є вибором замісної ниркової терапії для пацієнтів, які гостро потребують діалізу, і для багатьох пацієнтів як підтримуюча терапія. Він забезпечує чудове, швидке очищення розчинених речовин.

Нефролог (фахівець з нирок) вирішує, коли потрібен гемодіаліз, і різні параметри для лікування діалізом. Сюди входять частота (скільки процедур на тиждень), тривалість кожного лікування, швидкість потоку крові та діалізного розчину, а також розмір діалізатора. Склад діалізного розчину також іноді коригують з точки зору вмісту натрію, калію та бікарбонату. Загалом, чим більший розмір тіла

людини, тим більше діалізу йому/вона знадобиться. У Північній Америці та Великобританії типовими є 3–4 години лікування (іноді до 5 годин для великих пацієнтів), що проводяться 3 рази на тиждень. Сеанси двічі на тиждень призначаються лише пацієнтам, які мають значну залишкову функцію нирок. Чотири сеанси на тиждень часто призначають для великих пацієнтів, а також пацієнтів, які мають проблеми з перевантаженням рідиною. Нарешті, зростає інтерес до короткого щоденного домашнього гемодіалізу, який триває 1,5–4 години, що проводяться 5–7 разів на тиждень, як правило, вдома. Існує також інтерес до нічного діалізу, який передбачає діаліз пацієнта, як правило, вдома, протягом 8–10 годин на ніч, 3–6 ночей на тиждень. Нічний діаліз у центрі, 3–4 рази на тиждень, також пропонується в кількох діалізних відділеннях у Сполучених Штатах.

Побічні ефекти та недоліки:

- Обмежує незалежність, оскільки люди, які проходять цю процедуру, не можуть подорожувати через наявність запасів
- Потребує більше джерел, таких як висока якість води та електроенергії
- Потрібна надійна технологія, як-от діалізні апарати
- Процедура є складною і вимагає від лікарів більше знань
- Потрібен час для налаштування та очищення діалізних апаратів, а також витрати на апарати та відповідний персонал

Гемодіаліз часто передбачає видалення рідини (через ультрафільтрацію), оскільки більшість пацієнтів з нирковою недостатністю виділяє мало сечі або взагалі її не виділяє. Побічні ефекти, викликані видаленням занадто великої кількості рідини та/або надто швидким видаленням рідини, включають низький кров'яний тиск, втому, біль у грудях, судоми в ногах, нудоту та головні болі. Ці симптоми можуть виникати під час лікування і можуть зберігатися після лікування; їх іноді спільно називають

діалізісним похміллям або діалізісним змивом. Тяжкість цих симпомів зазвичай пропорційна кількості та швидкості видалення рідини. Однак вплив певної кількості або швидкості видалення рідини може сильно відрізнятися від людини до людини і щодня. Цих побічних ефектів можна уникнути та/або зменшити їх тяжкість, обмеживши споживання рідини між курсами лікування або збільшивши дозу діалізу, напр. проводити діаліз частіше або довше за стандартну процедуру три рази на тиждень, 3–4 години за графіком лікування.



Рисунок 1.1-Зал діалізу

Оскільки для гемодіалізу необхідний доступ до системи кровообігу, пацієнти, які проходять гемодіаліз, можуть піддавати свою систему кровообігу атаці мікробів, що може призвести до бактеріємії, інфекції, що вражає клапани серця (ендокардит) або інфекції, що вражає кістки (остеомієліт). Ризик зараження залежить від типу використовуваного доступу (див. нижче). Також може виникнути кровотеча, знову ж таки, ризик залежить від типу використовуваного доступу. Інфекції можна звести до мінімуму, суворо дотримуючись найкращих методів боротьби з інфекціями.

Приклади проблем які можуть виникнути під час гемодіалізу:

- Зміщення венозної голки (VND) є смертельним ускладненням гемодіалізу, коли пацієнт зазнає швидкої втрати крові через невпинне прикріплення голки до точки венозного доступу.
- Пов'язані з антикоагулянтами - нефракціонований гепарин (УВЧ) є найбільш часто використовуваним антикоагулянтом на гемодіалізі, оскільки він, як правило, добре переноситься і може бути швидко відновлений за допомогою протаміну сульфату. Проте низькомолекулярний гепарин (НМГ) стає все більш популярним і зараз є нормою в Західній Європі. Порівняно з УВЧ, НМГ має перевагу в більш легкому режимі введення та зменшенні кровотечі, але ефект не можна легко змінити. Гепарин нечасто може викликати низький рівень тромбоцитів через реакцію, яка називається гепарин-індукованою тромбоцитопенією (ГІТ). У таких пацієнтів можуть застосовуватися альтернативні антикоагулянти. Ризик ГІТ нижчий з НМГ порівняно з УВЧ. Незважаючи на те, що ГІТ викликає низький рівень тромбоцитів, він парадоксальним чином може спричинити тромбоутворення. У пацієнтів з високим ризиком кровотечі діаліз можна проводити без антикоагулянтів.
- Синдром першого використання - є рідкісною, але важкою анафілактичною реакцією на штучну нирку. Його симптоми включають чхання, хрипи, задишку, біль у спині, біль у грудях або раптову смерть. Це може бути викликано залишковим стерилізатором у штучній нирці або матеріалом самої мембрани. За останні роки частота синдрому першого використання зменшилася через збільшення використання гамма-опромінення, стерилізації парою або електронно-променевого випромінювання замість хімічних стерилізаторів, а також розробку нових напівпроникних мембран з більш високою біосумісністю. Необхідно

завжди враховувати нові методи обробки раніше прийнятних компонентів діалізу. Наприклад, у 2008 році відбулася низка реакцій першого застосування, включаючи летальні випадки, через забруднення гепарином під час виробничого процесу надмірно сульфатованим хондроїтину сульфатом.

- Серцево-судинні - до довготривалих ускладнень гемодіалізу відносяться амілоїдоз, пов'язаний з гемодіалізом, нейропатія та різні форми серцевих захворювань. Було показано, що збільшення частоти та тривалості лікування покращує перевантаження рідиною та збільшення серця, яке зазвичай спостерігається у таких пацієнтів.

- Авітаміноз – у деяких пацієнтів, які перебувають на гемодіалізі, може виникнути дефіцит фолатів, природної форми вітаміну В9.

- Дисбаланс електролітів - хоча для фільтрації крові використовується рідина діалізату, яка є розчином, що містить розведені електроліти, гемодіаліз може спричинити дисбаланс електролітів. Ці дисбаланси можуть бути викликані аномальними концентраціями калію (гіпокаліємія, гіперкаліємія) і натрію (гіпонатріємія, гіпернатріємія). Цей електролітний дисбаланс пов'язаний зі збільшенням серцево-судинної смертності.

1.2 Принцип гемодіалізу

Принцип гемодіалізу такий же, як і інших методів діалізу; він включає дифузію розчинених речовин через напівпроникну мембрану. У гемодіалізі використовується протиточний потік, коли діалізат тече в напрямку, протилежному кровотоку в екстракорпоральному контурі. Протиточний потік підтримує градієнт концентрації через мембрану на максимумі і підвищує ефективність діалізу.

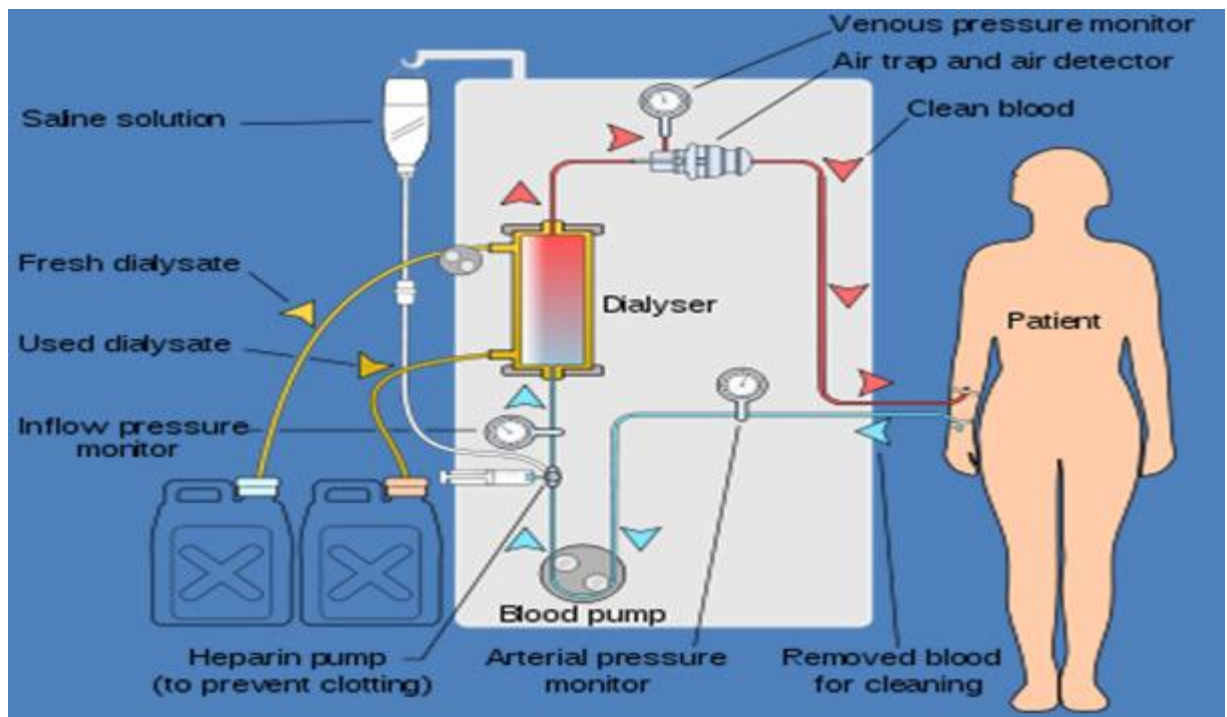


Рисунок 1.2 –Принцип процедури

Видалення рідини (ультрафільтрація) досягається шляхом зміни гідростатичного тиску відсіку для діалізату, внаслідок чого вільна вода та деякі розчинені речовини рухаються через мембрану вздовж створеного градієнта тиску.

Розчин для діалізу, який використовується, може бути стерилізованим розчином мінеральних іонів і називається діалізатом. Сечовина та інші відходи, включаючи калій і фосфат, дифундують у діалізний розчин. Однак концентрації натрію та хлориду

подібні до концентрацій у звичайній плазмі, щоб запобігти втраті. Бікарбонат натрію додають у вищій концентрації, ніж у плазмі, щоб коригувати кислотність крові. Також зазвичай використовується невелика кількість глюкози. Концентрацію електролітів у діалізаті регулюють залежно від стану пацієнта перед діалізом. Якщо до діалізату додати високу концентрацію натрію, пацієнт може відчувати спрагу і накопичувати рідину в організмі, що може призвести до пошкодження серця. Навпаки, низькі концентрації натрію в розчині діалізату були пов'язані з низьким кров'яним тиском та збільшенням маси тіла на діалізі, що є маркерами покращення результатів. Проте переваги використання низької концентрації натрію поки не продемонстровані, оскільки ці пацієнти також можуть страждати від судом, внутрішньодіалітичної гіпотензії та низького вмісту натрію в сироватці, які є симптомами, пов'язаними з високим ризиком смертності.

Зауважте, що цей процес відрізняється від відповідної техніки гемофільтрації. Для отримання доступу до крові для гемодіалізу використовуються три основні методи: внутрішньовенний катетер, артеріовенозна фістула (АВ) і синтетичний трансплантат. На тип доступу впливають такі фактори, як очікуваний час ниркової недостатності пацієнта та стан їх судинної системи. Пацієнти можуть мати багаторазові процедури доступу, як правило, тому, що АV нориця або трансплантат дозрівають, а катетер все ще використовується. Розміщення катетера зазвичай проводиться під легким седативним ефектом, тоді як фістули та трансплантати вимагають операції.

1.3 Види гемодіалізу

Існує три види гемодіалізу: звичайний гемодіаліз, щоденний гемодіаліз і нічний гемодіаліз.

Звичайний гемодіаліз -зазвичай проводиться три рази на тиждень, приблизно три-чотири години для кожного лікування (іноді п'ять годин для великих пацієнтів), протягом якого кров пацієнта витягується через трубку зі швидкістю 200–400 мл/хв. Трубка з'єднана з голкою 15, 16 або 17, вставленою в діалізну фістулу або трансплантат, або з'єднана з одним портом діалізного катетера. Потім кров прокачується через діалізатор, а потім оброблена кров закачується назад у кровоток пацієнта через іншу трубку (з'єднану з другою голкою або портом). Під час процедури артеріальний тиск пацієнта ретельно контролюється, і якщо він стає низьким або у пацієнта з'являються будь-які інші ознаки низького об'єму крові, такі як нудота, лікар-діалізатор може ввести додаткову рідину через апарат. Під час лікування весь об'єм крові пацієнта (близько 5000 куб.см) циркулює через апарат кожні 15 хвилин. Під час цього процесу пацієнт, який перебуває на діалізі, отримує тижневу кількість води для середньої людини.

Щоденний гемодіаліз - зазвичай використовують ті пацієнти, які самостійно проводять діаліз вдома. Він менш напружений (більш м'який), але вимагає частішого доступу. Це просто з катетерами, але більш проблематично зі свищами або трансплантатами. «Техніка петлиці» може бути використана для свищів, які потребують частого доступу. Щодня Щоденний гемодіаліз зазвичай проводиться по 2 години шість днів на тиждень.

Нічний гемодіаліз – процедура схожа на звичайний гемодіаліз, за винятком того, що її проводять від трьох до шести ночей на тиждень і від шести до десяти годин на сеанс, поки пацієнт спить.

1.4 Процес гемодіалізу

Апарат для гемодіалізу прокачує кров пацієнта та діалізат через діалізатор. Новітні діалізні апарати на ринку високо комп'ютеризовані та постійно контролюють

низку критичних для безпеки параметрів, включаючи швидкість потоку крові та діалізату; провідність діалізного розчину, температура та рН; і аналіз діалізату на ознаки витоку крові або наявності повітря. Будь-які показники, що виходять за межі нормального діапазону, спрацьовують звуковий сигнал, щоб попередити техніка з догляду за пацієнтом, який спостерігає за пацієнтом. Виробниками діалітичних апаратів є такі компанії, як Nipro, Fresenius, Gambro, Baxter, B. Braun, NxStage і Bellco.

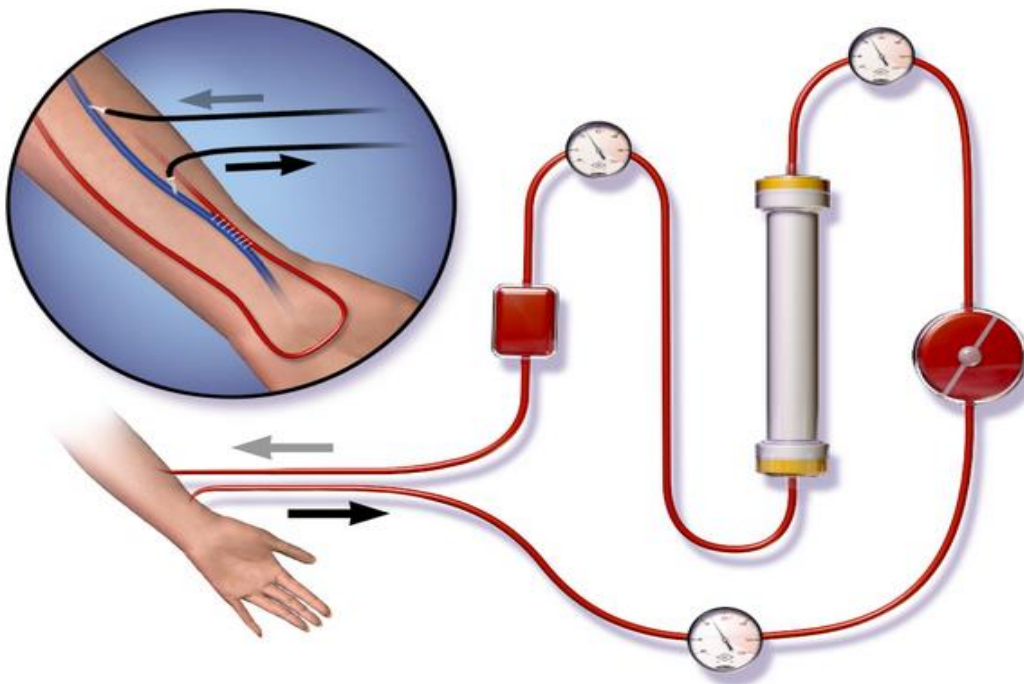


Рисунок 1.3 – Процес перекачки крові

Розширена система очищення води є абсолютно критичною для гемодіалізу. Оскільки пацієнти, які перебувають на діалізі, піддаються впливу величезної кількості води, яка змішується з концентратом діалізату для утворення діалізату, навіть мікроелементи або бактеріальні ендотоксини можуть фільтруватися в кров пацієнта. Оскільки пошкоджені нирки не можуть виконувати свою передбачувану функцію видалення домішок, іони, введені в кров через воду, можуть накопичуватися до

небезпечних рівнів, викликаючи численні симптоми або смерть. Алюміній, хлорамін, фторид, мідь і цинк, а також бактеріальні фрагменти та ендотоксини – все це викликало проблеми в цьому відношенні.

З цієї причини вода, що використовується при гемодіалізі, ретельно очищається перед використанням. Спочатку його фільтрують і регулюють температуру, а його рН коригують додаванням кислоти або основи. Хімічні буфери, такі як бікарбонат і лактат, можуть бути альтернативно додані для регулювання рН діалізату. Обидва буфери можуть стабілізувати рН розчину на фізіологічному рівні без негативного впливу на пацієнта. Існують деякі докази зниження частоти серцевих проблем, проблем із кров'ю та високого кров'яного тиску при використанні бікарбонату як буфера рН порівняно з лактатом. Однак показники смертності після використання обох буферів не показують суттєвої різниці.

Потім розчин діалізату розм'якшують. Далі вода пропускається через резервуар, що містить активоване вугілля, щоб адсорбувати органічні забруднення. Потім первинне очищення здійснюється шляхом проштовхування води через мембрану з дуже крихтливими порами, так звану мембрану зворотного осмосу. Це дозволяє воді проходити, але затримує навіть дуже маленькі розчинені речовини, такі як електроліти. Остаточне видалення залишків електролітів здійснюється шляхом пропускання води через резервуар з іонообмінними смолами, які видаляють будь-які залишкові аніони або катіони і замінюють їх іонами гідроксилу та водню відповідно, залишаючи надчисту воду.

Навіть такого ступеня очищення води може бути недостатньо. Останнім часом ця остаточна очищена вода (після змішування з концентратом діалізату) пропускається через мембрану діалізатора. Це забезпечує ще один рівень захисту, видаляючи домішки, особливо бактеріального походження, які могли накопичитися у воді після її проходження через оригінальну систему очищення води.

Після змішування очищеної води з концентратом діалізату її провідність збільшується, оскільки вода, яка містить заряджені іони, проводить електрику. Під час

діалізу провідність діалізного розчину постійно контролюється, щоб переконатися, що вода та концентрат діалізату змішуються у належних пропорціях. Як надмірно концентрований діалізний розчин, так і надмірно розведений розчин можуть викликати серйозні клінічні проблеми.

Діалізатор - це частина обладнання, яке фактично фільтрує кров. Майже всі діалізатори, які використовуються сьогодні, є порожнистими. Циліндричний пучок порожнистих волокон, стінки яких складаються з напівпроникної мембрани, з обох кінців закріплюється в суміші для заливки (свого роду клей). Потім ця збірка поміщається в прозору пластикову циліндричну оболонку з чотирма отворами. Один отвір або порт крові на кожному кінці циліндра сполучається з кожним кінцем пучка порожнистих волокон. Це утворює «кров'яний відсік» діалізатора. Два інших порти вирізані збоку циліндра. Вони сполучаються з простором навколо порожнистих волокон, «відділенням діалізату». Кров перекачується через кровоносні порти через цей пучок дуже тонких капілярних трубок, а діалігат прокачується через простір, що оточує волокна. Градієнти тиску застосовуються, коли це необхідно для переміщення рідини з крові до відсік для діалізу.

Мембрани діалізатора мають різні розміри пор. Ті з меншим розміром пор називаються «низькими потоками», а ті, у яких більший розмір пір, називаються «високими потоками». Деякі більші молекули, такі як бета-2-мікроглобулін, взагалі не видаляються за допомогою діалізаторів з низьким потоком; останнім часом тенденцією стало використання високопоточних діалізаторів. Однак такі діалізатори вимагають новітніх діалізних апаратів і високоякісного діалізного розчину, щоб належним чином контролювати швидкість видалення рідини та запобігати зворотному потоку домішок діалізного розчину в пацієнта через мембрану.

Мембрани діалізатора раніше виготовлялися переважно з целюлози (отриманої з бавовняного ворсу). Поверхня таких мембран була не дуже біосумісною, оскільки оголені гідроксильні групи активували б комплемент у крові, що проходить повз мембрану. Тому основна, «незаміщена» целюозна мембрана була модифікована.

Однією з змін було покриття цих гідроксильних груп ацетатними групами (ацетат целюлози); інший полягав у змішуванні деяких сполук, які пригнічували б активацію комплементу на поверхні мембрани (модифікована целюлоза). Оригінальні «незаміщені целюлозні» мембрани більше не використовуються широко, тоді як ацетат целюлози та модифіковані діалізатори целюлози все ще використовуються. Целюлозні мембрани можуть бути виготовлені в конфігурації з низьким або високим потоком, залежно від розміру їх пор.

Іншу групу мембран виготовляють із синтетичних матеріалів із застосуванням таких полімерів, як поліарилетерсульфон, поліамід, полівінілпіролідон, полікарбонат та полі акрилонітрил. Ці синтетичні мембрани активують комплемент меншою мірою, ніж незаміщені целюлозні мембрани. Однак вони, як правило, більш гідрофобні, що призводить до збільшення адсорбції білків на поверхні мембрани, що, у свою чергу, може призвести до активації системи комплементу. Синтетичні мембрани можуть бути виготовлені в конфігурації з низьким або високим потоком, але більшість із них є високо текучим.

Нанотехнологія використовується в деяких з найновіших мембран високого потоку для створення рівномірного розміру пор. Мета мембран з високим потоком – пропускати відносно великі молекули, такі як бета-2-мікроглобулін (MW 11 600 дальтон), але не пропускати альбумін (MW ~ 66 400 дальтон). Кожна мембрана має пори різного розміру. Коли розмір пор збільшується, деякі діалізатори високого потоку починають пропускати альбумін з крові в діалізат. Вважається, що це небажано, хоча одна школа думки стверджує, що видалення частини альбуміну може бути корисним з точки зору видалення пов'язаних з білками уремичних токсинів.

Дещо спірне питання про те, чи покращує результати лікування високо поточним діалізатором, але кілька важливих досліджень показали, що він має клінічні переваги. У дослідженні НЕМО, що фінансується NIH, порівнювали виживання та госпіталізації пацієнтів, які були рандомізовані на діаліз із мембранами з низьким або високим протоком. Хоча первинний результат (смерть від усіх причин) не досяг

статистичної значущості в групі, рандомізованій для використання мембран з високою пропускнуою здатністю, декілька вторинних результатів були кращими в групі з високим потоком. Нещодавній Кокранівський аналіз дійшов висновку, що перевага вибору мембрани для результатів ще не продемонстрована. Спільне рандомізоване дослідження з Європи, дослідження МРО (Membrane Permeabilities Outcomes), що порівнює смертність у пацієнтів, які тільки починають діаліз за допомогою мембран з високим або низьким протоком, виявило незначущу тенденцію до покращення виживання у тих, хто використовує високо проточні мембрани. мембрани, а також переваги виживання у пацієнтів із нижчим рівнем сироваткового альбуміну або у хворих на цукровий діабет.

Мембрани для діалізу високої пропускнуї здатності та/або періодична внутрішня гемодіафільтрація (iHDF) також можуть бути корисними для зменшення ускладнень накопичення бета-2-мікроглобуліну. Оскільки бета-2-мікроглобулін є великою молекулою з молекулярною масою близько 11 600 дальтон, він взагалі не проходить через діалізні мембрани з низьким потоком. Бета-2-М видаляється за допомогою високо потокового діалізу, але ще ефективніше видаляється за допомогою IHDF. Через кілька років (зазвичай не менше 5–7) у пацієнтів, які перебувають на гемодіалізі, починають розвиватися ускладнення від накопичення бета-2-М, включаючи синдром зап'ястного каналу, кісткові кісти та відкладення цього амілоїду в суглобах та інших тканинах. Бета-2-М-амілоїдоз може викликати дуже серйозні ускладнення, включаючи спондилоартропатію, і часто пов'язаний з проблемами плечового суглоба. Спостережні дослідження з Європи і Японії припустили, що використання високих потоку мембран в режимі діалізу, або IHDF, зменшує бета-2-М ускладнень в порівнянні з регулярним діалізом з використанням низького потоку мембрани.

Діалізатори бувають різних розмірів. Більший діалізатор з більшою площею мембрани (A) зазвичай видаляє більше розчинених речовин, ніж менший діалізатор, особливо при високій швидкості кровотоку. Це також залежить від коефіцієнта

проникності мембрани Це також залежить від коефіцієнта проникності мембрани K_0 для розглянутої розчиненої речовини. Тому ефективність діалізатора зазвичай виражається як K_0A – добуток коефіцієнта проникності та площі. Більшість діалізаторів мають площу поверхні мембрани від 0,8 до 2,2 квадратних метрів, а значення K_0A коливаються приблизно від 500 до 1500 мл/хв. K_0A , виражений в мл/хв, можна розглядати як максимальний кліренс діалізатора при дуже високих швидкостях потоку крові та діалізату.



Рисунок 1.4 – Діалізатор

Діалізатор можна або викидати після кожної обробки, або використовувати повторно. Повторне використання вимагає великої процедури дезінфекції високого рівня. Повторно використані діалізатори не передаються пацієнтам. Спочатку були суперечки щодо того, чи погіршує повторне використання діалізаторів результати лікування пацієнтів. Сьогодні консенсус полягає в тому, що повторне використання діалізаторів, якщо робити це обережно і належним чином, дає результати, подібні до одноразового використання діалізаторів.

Повторне використання діалізатора – це практика, яка існує з моменту винаходу продукту. Ця практика включає очищення використаного діалізатора для повторного використання для одного і того ж пацієнта. Клініки для діалізу повторно використовують діалізатори, щоб стати більш економічними та знизити високі

витрати на «одноразовий» діаліз, який може бути надзвичайно дорогим і марнотратним. Одноразові діалізатори запускаються лише один раз, а потім викидаються, створюючи велику кількість біомедичних відходів без жодної жалі до економії. Якщо все зроблено правильно, повторне використання діалізатора може бути дуже безпечним для пацієнтів, які перебувають на діалізі.

Існує два способи повторного використання діалізаторів: ручний та автоматизований. Повторне використання вручну передбачає очищення діалізатора вручну. Діалізатор напіврозбирається, а потім багаторазово промивається перед промиванням водою. Потім він зберігається з рідким дезінфікуючим засобом (РАА) протягом 18+ годин до наступного використання. Хоча багато клінік за межами США використовують цей метод, деякі клініки переходять на більш автоматизований / спрощений процес у міру розвитку практики діалізу. Новіший метод автоматизованого повторного використання досягається за допомогою медичного пристрою, який почався на початку 1980-х років. Ці пристрої корисні для діалізних клінік, які практикують повторне використання – особливо для великих клінічних установ, які проводять діаліз, – оскільки вони дозволяють виконувати кілька циклів по черзі на день. Діалізатор спочатку попередньо очищається техніком, а потім автоматично очищається машиною за допомогою поетапного процесу, доки він не буде заповнений рідким дезінфікуючим засобом для зберігання. Хоча автоматизоване повторне використання є ефективнішим, ніж повторне використання вручну, нові технології сприяли ще більшому прогресу в процесі повторного використання. При повторному використанні більше 15 разів за поточною методологією діалізатор може втратити B_2m , кліренс середніх молекул і цілісність пір волокна, що може знизити ефективність сеансу діалізу пацієнта. Наразі, станом на 2010 рік, новіша, досконаліша технологія переробки довела здатність повністю виключити процес попереднього очищення вручну, а також довела потенціал регенерації (повного відновлення) всіх функцій діалізатора до рівнів, які приблизно еквівалентні одноразового використання більше 40 циклів. Оскільки показники відшкодування медичних витрат починають ще

більше падати, багато клінік діалізу продовжують ефективно працювати з програмами повторного використання, особливо тому, що цей процес є легшим і спрощеним, ніж раніше.

Гемодіаліз був однією з найпоширеніших процедур, які виконували в лікарнях США в 2011 році, і відбулося 909 000 перебування (частота 29 перебування на 10 000 населення). Це на 68 відсотків більше, ніж у 1997 році, коли було 473 000 проживання. Це була п'ята за поширеністю процедура для пацієнтів у віці 45–64 років.

Пацієнти під час кожного діалізного лікування отримують 120-200 л діалізного розчину. Тому пацієнти, які перебувають на гемодіалізі, особливо вразливі до забруднень малої молекулярної маси у воді, яка використовується для приготування концентратів та діалізної рідини. Ці забруднювачі малої молекулярної маси можуть безперешкодно проникати в кров і накопичуватися в організмі за відсутності виведення нирками. Тому всі діалізні установи вимагають належним чином спроектованої та підтримуваної системи очищення води для захисту пацієнтів.

Також потенційними шкідливими забруднювачами води можуть бути:

- Алюміній – додається як флокулюючий агент багатьма міськими системами водопостачання для видалення нефільтрованих зважених частинок. Він токсичний для пацієнтів, які перебувають на діалізі, затримується в кістках на тривалий період часу, що призводить до динамічного захворювання кісток і остеомалачії. Це також може викликати добре описаний синдром діалізної енцефалопатії.
- Хлорамін – додається у воду для запобігання розмноженню бактерій. Це може викликати гемолітичну анемію (інші причини гемолізу у пацієнтів, які перебувають на діалізі, див. у таблиці 1).
- Фтор – додається у воду для зменшення карієсу. Велика кількість фтору може виділятися з вичерпаного де іонізатора і викликати свербіж, нудоту та аритмію.

- Мідь і цинк – можуть вимиватися з металевих труб і фітінгів. Ще одна причина гемолітичної анемії.
- Бактерії та ендотоксини – речовини, додані в міську воду для придушення розмноження бактерій, видаляються в процесі очищення води для діалісної обробки. Проходження ендотоксину, фрагментів ендотоксину та інших бактеріальних продуктів через мембрану діалізатора в кровоток може призвести до пірогенних реакцій.

Американський національний інститут стандартів (ANSI), Асоціація вдосконалення медичних приладів (AAMI) і Міжнародна організація зі стандартів (ISO) розробили мінімальні стандарти чистоти води, яка використовується для приготування діалізного розчину. Вони наведені в таблиці нижче. Порогові значення RD52 Асоціації з удосконалення медичних приладів (AAMI) 2004 року для прийнятних рівнів неорганічних хімічних забруднювачів в очищеній діалізній воді були прийняті Центрами медичної допомоги та послуг Medicaid (CMS) у США. Однак після первинної публікації RD52 AAMI оновив свої рекомендації щодо допустимих концентрацій бактерій та ендотоксинів у воді та діалізаті. Хоча CMS продовжує використовувати рекомендації AAMI RD52 для визначення умов відповідності покриття, очікується, що це зміниться, і ці нові стандарти були прийняті на міжнародному рівні.

Це характеризується рівнем бактерій $< 0,1$ КУО/мл і рівнем ендотоксину $< 0,03$ ЄС/мл. Використання дуже чистого розчину для діалізу пов'язано з безліччю переваг, включаючи зниження плазмових рівнів С-реактивного білка та інтерлейкіну-6, більшу реакцію анемії на терапію еритропоеїном, краще харчування, повільну втрату залишкової функції нирок і зниження серцево-судинної захворюваності. Це вимога для онлайн-конвективної терапії, такої як гемофільтрація та гемодіафільтрація.

1.5 Методи очищення води для гемодіалізу

Система очищення води показана на малюнку нижче, але по суті є три ключові кроки:

1. Попередня обробка
2. Первинне очищення
3. Розповсюдження

Це включає в себе клапан для змішування гарячої та холодної води до постійної температури, попередню фільтрацію, пом'якшення та адсорбцію активованим вугіллям. Ін'єкція соляної кислоти для корекції рН у разі надлишку лужності іноді потрібна, оскільки це може порушити адсорбційні шари вуглецю та мембрану зворотного осмосу (RO).

Пом'якшувачі води обмінюють кальцій і магній на натрій, який був прикріплений до шару смоли. Хоча ці іони також видаляються за допомогою RO, пом'якшувачі води в регіонах з «жорсткою водою» зменшують накопичення солей кальцію та магнію, тим самим подовжуючи термін служби мембрани RO:

1. Процес попередньої обробки - адсорбція вугілля активованим вугіллям видаляє хлор, хлораміни та інші розчинені органічні забруднення. Цей етап є важливим і зазвичай включає два шари вуглецю для забезпечення повного видалення хлораміну

2. Процес первинного очищення - фільтр розміщено безпосередньо перед мембраною RO, щоб уловити будь-які частинки вуглецю та кульки смоли, які були випадково вивільнені із системи попередньої обробки. RO є основою очищення діалізної води. Гідростатичний тиск переміщує воду через напівпроникну мембрану і виключає >90% забруднень. Ця стратегія видаляє іонні забруднення, бактерії та ендотоксин. Де іонізація (DI) видаляє іонні забруднення шляхом обміну катіонів на H^+ і аніонів на OH^- . Обмінені іони H^+ і OH^- потім об'єднуються, утворюючи воду. DI зазвичай використовується для

очищення води, коли мембрана RO виходить з ладу або як додатковий процес очищення. Для обробки води за допомогою DI необхідні фільтри для контролю бактерій (ультрафільтри) після очищення DI, оскільки системи DI сприяють росту бактерій. Нарешті, мембрана DI насичується і вимагає постійного моніторингу провідності за допомогою механізмів для відведення RO води, коли провідність перевищує 1 мкСм/см, щоб уникнути прориву смертельних забруднень, таких як фтор.

3. Роздача очищеної води - очищена вода для гемодіалізу потім розподіляється до окремих діалізних апаратів для виробництва діалізного розчину, який залишається вільним від забруднень. Інертні матеріали, такі як пластмаси, використовуються, щоб уникнути хімічних забруднень. Системи водопровідних труб мають бути ретельно спроектовані та сконструйовані, щоб уникнути бактеріального забруднення з регулярною дезінфекцією, щоб запобігти колонізації системи бактеріями та мінімізувати утворення біоплівки.

2. НЕОБХІДНИЙ МОНІТОРИНГ ОБЛАДНАННЯ

Існують стандарти безпеки для обладнання, що використовується для очищення води для діалізу, визначені ААМІ та Європейською групою найкращих практик. По суті, вони включають регулярний моніторинг води та діалізного розчину на наявність хімічних або мікробіологічних забруднень. Наприклад, хлораміни слід перевіряти щонайменше двічі на день. Пацієнти, які перебувають на діалізі, також повинні ретельно спостерігатися щодо будь-яких ознак гемолітичної, пірогенної чи іншої реакції, що може свідчити про контамінацію.

Обмін інформацією означає, що люди чи інші організації передають інформацію від одного до іншого. Це можна зробити в електронному вигляді або через певні системи. Це терміни, які можуть посилатися або на двонаправлену передачу інформації в телекомунікаціях та інформатиці, або на комунікацію з теоретичної чи інформаційно-теоретичної точки зору. Оскільки «інформація» в цьому контексті незмінно відноситься до (електронних) даних, які кодують і представляють наявну інформацію, ширше трактування можна знайти під обміном даними.

Інформаційний обмін має довгу історію в інформаційних технологіях. Традиційний обмін інформацією відноситься до обміну даними один на один між відправником і одержувачем. Обмін інформацією в Інтернеті надає підприємствам корисні дані для майбутніх стратегій на основі обміну інформацією в Інтернеті. Цей обмін інформацією здійснюється за допомогою десятків відкритих і власних протоколів, повідомлень і форматів файлів. Електронний обмін даними (EDI) — це успішна реалізація комерційного обміну даними, яка розпочалася наприкінці 1970-х років і продовжує використовуватися сьогодні.

Деякі суперечки виникають під час обговорення правил щодо обміну інформацією. Ініціативи щодо стандартизації протоколів обміну інформацією

включають розширювану мову розмітки (XML), простий протокол доступу до об'єктів (SOAP) і мову опису веб-сервісів (WSDL).

З точки зору вченого-комп'ютерщика, чотири основні шаблони проектування обміну інформацією — це обмін інформацією один до одного, один до багатьох, багато до багатьох і багато до одного. Технології, які відповідають усім чотирьом цим моделям дизайну, розвиваються і включають блоги, вікі, дійсно просту синдикацію, тегування та чат.

Одним із прикладів спроб уряду Сполучених Штатів реалізувати одну з цих моделей проектування (один до одного) є Національна модель обміну інформацією (NIEM). Моделі обміну один на один не підтримують усі необхідні шаблони проектування, необхідні для повної реалізації технології використання даних.

Розширені платформи обміну інформацією забезпечують контрольовані словники, гармонізацію даних, політику та рекомендації щодо управління даними, стандарти для уніфікованих даних, оскільки вони стосуються конфіденційності, безпеки та якості даних.

Це схоже на пов'язану концепцію інтеграції даних, за винятком того, що дані фактично реструктуруються (з можливою втратою вмісту) під час обміну даними. Можливо, не існує способу трансформувати екземпляр з урахуванням усіх обмежень. І навпаки, може бути безліч способів перетворення екземпляра (можливо, нескінченно багато), і в цьому випадку необхідно визначити та обґрунтувати «найкращий» вибір рішень.

2.1 Однодоменний обмін даними

У деяких доменах може існувати кілька десятків різних вихідних і цільових схем (власних форматів даних). «Формат обміну» або «формат обміну» часто розробляється для окремого домену, а потім необхідні підпрограми (відображення) записуються для (непрямого) перетворення/трансляції кожної вихідної схеми в кожену

цільову схему за допомогою формату обміну як проміжний крок. Це вимагає набагато менше роботи, ніж написання та налагодження сотень різних підпрограм, які будуть потрібні для безпосереднього перекладу кожної вихідної схеми безпосередньо до кожної цільової схеми.

Приклади цих трансформаційних форматів обміну включають:

- Стандартний формат обміну для геопросторових даних;
- Формат обміну даними для даних електронної таблиці;
- Відкритий формат документів для електронних таблиць, діаграм, презентацій та документів для обробки текстів;
- GPS eXchange Format або Keyhole Markup Language для опису даних GPS;
- GDSII для компонування інтегральної схеми.
- Мови обміну даними

Мова/формат обміну (або обміну) даними – це мова, незалежна від домену і може використовуватися для даних з будь-якої дисципліни. Вони «еволюціонували від розмітки та орієнтації на відображення для подальшої підтримки кодування метаданих, що описують структурні атрибути інформації».

Практика показала, що деякі типи формальних мов краще підходять для цього завдання, ніж інші, оскільки їх специфікація обумовлена формальним процесом, а не конкретними потребами реалізації програмного забезпечення. Наприклад, XML — це мова розмітки, яка була розроблена для створення діалектів (визначення предметних підмов). Однак він не містить словників для певної області чи типів фактів. Вигідним для надійного обміну даними є наявність стандартних словників-таксономій та бібліотек інструментів, таких як синтаксичний аналізатор, валідатори схем та інструменти трансформації.

Нижче наведено частковий список популярних загальних мов, які використовуються для обміну даними в кількох доменах.

Номенклатура:

- Схеми – чи доступне визначення мови у формі, яку можна інтерпретувати комп'ютером
- Гнучкий — чи дозволяє мова розширювати можливості семантичного виразу без зміни схеми
- Семантична перевірка - чи дозволяє визначення мови семантичну перевірку правильності виразів у мові
- Словник-Таксономія - чи містить мова словник і таксономію (ієрархію підтип-супертип) понять із успадкуванням
- Синоніми та омоніми - чи мова включає та підтримує використання синонімів та омонімів у виразах
- Діалектування – чи доступне визначення мови кількома природними мовами чи діалектами
- Стандарт Web або ISO - організація, яка схвалила мову як стандарт
- Трансформації – чи містить мова переклад на інші стандарти
- Полегшений – чи доступна полегшена версія на додаток до повної версії
- Читабельні для людини – чи зрозумілі вирази в мові (можна читати людьми без підготовки)
- Сумісність – які інші інструменти можна використовувати або потрібні під час використання мови

Примітки:

- RDF — це мова з гнучкістю схеми.

- Схема XML містить дуже обмежену граматику та словниковий запас.
- Доступний як розширення.
- У форматі за замовчуванням, а не в компактному синтаксисі.
- Синтаксис досить простий (мова була розроблена так, щоб її можна було читати); діалекти можуть вимагати знання предметної області.
- Стандартизовані типи фактів позначаються стандартизованими англійськими фразами, тлумачення та використання яких потребує певної підготовки.
- Діалект Parse використовується для визначення, перевірки та перетворення діалектів.
- Англійська версія включає в себе Словник англійської мови Gellish-Тахопому, який також включає стандартизовані типи фактів (= види відносин).

2.2 Мови для обміну даних

На сьогоднішній день використовується велика кількість мов для обміну даних:

- популярність XML для обміну даними у всесвітній мережі має кілька причин. Перш за все, він тісно пов'язаний з уже існуючими стандартами Standard Generalized Markup Language (SGML) і Hypertext Markup Language (HTML), і як такий синтаксичний аналізатор, написаний для підтримки цих двох мов, може бути легко розширений для підтримки XML. Наприклад, XHTML був визначений як формат, який є формальним XML, але правильно зрозумілий більшістю (якщо не всіма) синтаксичними аналізаторами HTML.

- **YAML** — це мова, яка була розроблена так, щоб її можна було читати людиною (і тому її легко редагувати за допомогою будь-якого стандартного текстового редактора). Його поняття часто схоже на reStructuredText або синтаксис Wiki, які також намагаються бути читаними як людьми, так і комп'ютерами. YAML 1.2 також містить скорочене поняття, яке сумісне з JSON, і тому будь-який документ JSON також є дійсним YAML; це, однак, не стосується іншого шляху.

- **REBOL** — це мова, яка була розроблена так, щоб її можна було читати та легко редагувати за допомогою будь-якого стандартного текстового редактора. Для цього він використовує простий синтаксис вільної форми з мінімальною пунктуацією та багатим набором типів даних. Типи даних REBOL, такі як URL-адреси, електронні листи, значення дати та часу, кортежи, рядки, теги тощо, відповідають загальним стандартам. REBOL розроблений так, щоб не потребувати додаткової мета-мови, будучи розроблений у мета циркулярній формі. Мета циркулярність мови є причиною того, що, наприклад, діалект Parse, який використовується (не виключно) для визначень і трансформацій діалектів REBOL, також сам по собі є діалектом REBOL. REBOL був використаний як джерело натхнення для JSON.

- **Gellish English** — це формалізована підмножина природної англійської мови, яка включає просту граматику та великий розширюваний словник-таксономію англійської мови, що визначає загальну термінологію та термінологію для певних предметів (терміни для понять), тоді як поняття впорядковані в ієрархію підтип-супертип (а таксономія), яка підтримує успадкування знань і вимог. Словник-Таксономія також включає стандартизовані типи фактів (також звані типами відношень). Терміни та типи відносин разом можуть

використовуватися для створення та інтерпретації виразів фактів, знань, вимог та іншої інформації. Gellish можна використовувати в поєднанні з SQL, RDF/XML, OWL та різними іншими мета-мовами. Стандарт Гелліша є комбінацією ISO 10303-221 (AP221) і ISO 15926.

Медичні програми вимагають максимально надійного та точного моніторингу критичних вимірювань температури. З сімейства брендів Amphenol Advanced Sensors компанія Thermometrics, Inc., виробляє та розробляє широкий спектр термісторів NTC та безконтактних інфрачервоних (ІЧ) температурних датчиків для цього ключового ринку.

Окрім стандартних пропозицій продуктів, Amphenol Advanced Sensors пишається можливістю налаштувати унікальне рішення для всіх потреб клієнтів. Незалежно від того, чи є виняткова стабільність опору, малий діаметр, висока точність температури, швидка реакція або все вищезазначене критично важливо для вашого дизайну, команда готова співпрацювати з вами.

Ці інструменти добре підходять для ряду застосувань, включаючи:

- Догляд за серцево-судинною системою: ця програма має переваги від термісторів малого діаметра зі скляними кульками або скляними кульками, розробленими для систем безперервного серцевого викиду та термодилуційних катетерів.
- Тип АВ - догляд за дихальними органами: у цій програмі використовуються термістори з епоксидним покриттям або скляними діодами, призначені для точного моніторингу температури зволожувачів і проточних трубок вентилятора.
- Тип скляний діод / Тип 95 / Тип CR1 - поверхня шкіри: тут змінні термісторні зборки, які мають точність температури $\pm 0,05$ °C при 37 °C, ідеально підходять для систем інкубаторів новонароджених і постійного моніторингу пацієнтів.

- Тип МА - термометрія: у цій області використовуються ІЧ-датчики та змінні термістори під час оральних, барабанних, ректальних та допоміжних вимірювань температури для клінічних, прогностичних або домашніх термометрів.
- Тип 65 / Тип SC / Тип ZTP - діаліз: невеликі змінні термістори, призначені для монтажу в металеві корпуси, можна використовувати для контролю температури рідини під час діалітичних процедур.
- Тип SC / Тип МА Хірургічне лікування: у цій області вигідно використання мініатюрних термісторів зі склом або втулкою, які використовують дроти тонкого діаметра, вставлені в підшкірні голки для проведення операцій на міокарді. Вони також підходять для зовнішнього кріплення до металевих просвітів, які використовуються під час лазерної хірургії.

Ми щодня використовуємо датчики температури для контролю температури в будівлях, регулювання температури води, а також для керування холодильниками. Датчики температури також є життєво важливими для багатьох інших застосувань, таких як побутова, медична та промислова електроніка.

Кожна програма може мати різну потребу в вимірюванні температури. Відмінності включають те, що вимірюється (повітря, маса або рідина), де воно вимірюється (всередині чи зовні), а також діапазон вимірювання температури. Є чотири типи датчиків температури, які найчастіше використовуються в сучасній електроніці: термопари, RTD (резистивні температурні детектори), термістори та інтегральні схеми (ІС) на основі напівпровідників.

Термопари є найбільш поширеним типом датчика температури. Вони використовуються в промислових, автомобільних і споживчих додатках. Термопари мають автономне живлення, не вимагають збудження, можуть працювати в широкому діапазоні температур і мають швидкий час відгуку.

Термопари виготовляються шляхом з'єднання двох різнорідних металевих дротів. Це викликає ефект Зеебека. Ефект Зеебека — це явище, при якому різниця температур двох різнорідних провідників створює різницю напруги між двома речовинами. Саме цю різницю напруги можна виміряти та використати для обчислення температури.

Існує кілька типів термопар, які виготовляються з різних матеріалів, що дозволяє використовувати різні діапазони температур і різну чутливість. Різні типи розрізняються літерами. Найчастіше використовується тип К. У таблиці 1 наведено характеристики кількох поширених типів термопар.

Деякі недоліки термопар включають той факт, що вимірювання температури може бути складним через їх малу вихідну напругу, яка вимагає точного посилення, сприйнятливості до зовнішніх шумів через довгі дроти та холодний спай. Холодний спай - це місце, де дроти термопар зустрічаються з мідними слідами сигнальної схеми. Це створює ще один ефект Зеебека, який потрібно компенсувати за так звану компенсацію холодного спаю.

Maxim Integrated пропонує цифрові вихідні термопари, такі як MAX31855 і MAX31856. Ці пристрої допомагають у формуванні сигналу, включаючи аналого-цифровий перетворювач високої роздільної здатності (АЦП), каскад підсилення з низьким рівнем шуму та датчик компенсації холодного спаю. Ці пристрої допомагають розробникам схем термопар, пропонуючи точні рішення для формування сигналу в невеликому корпусі. Вони працюють з багатьма популярними типами термопар:

- RTD (опірний температурний детектор) при зміні температури змінюється і опір будь-якого металу. На цій різниці опорів базуються датчики температури RTD. RTD - це резистор з чітко визначеними характеристиками опору та температури. Платина є найпоширенішим і точним матеріалом, який використовується для виготовлення RTD. Платинові RTD також називаються PRTD. Вони часто доступні з опором 100 Ом і 1000 Ом при 0°C. Вони

називаються RT100 і RT1000 відповідно. Платинові RTD використовуються, оскільки вони пропонують майже лінійну реакцію на зміни температури, вони стабільні та точні, вони забезпечують повторювані реакції та мають широкий діапазон температур. RTD часто використовуються в прецизійних програмах через їх точність і повторюваність. Елементи RTD зазвичай мають більшу теплову масу, а отже, повільніше реагують на зміни температури, ніж термопари. Формування сигналу важливе в RTD. Вони також потребують струму збудження, щоб протікати через RTD. Якщо цей струм відомий, можна розрахувати опір. Конфігурації включають два, три та чотири дроти. Двопровідний варіант корисний, коли довжина проводу досить коротка, щоб опір істотно не впливав на точність вимірювання. Трипровідний додає датчик RTD, який несе струм збудження. Це забезпечує спосіб скасування опору дроту. Чотирьох провідний є найбільш точним, оскільки окремі силові та сенсорні проводи усувають ефект опору проводу. На малюнку 1 показані приклади двох, трьох і чотирьох провідних конфігурацій RTD. MAX31865 пропонує спеціальну схему формування сигналу RTD для кожної конфігурації з роздільною здатністю 15 біт і пропонує рішення для прискорення проектування як RT100, так і RT1000 RTD.

- Термістори - подібні до терморезисторів тим, що зміни температури викликають вимірні зміни опору. Термістори зазвичай виготовляються з полімерного або керамічного матеріалу. У більшості випадків термістори дешевші, але також менш точні, ніж RTD. Більшість термісторів доступні в двох конфігураціях.

- NTC (Негативний температурний коефіцієнт) Термістор є найбільш часто використовуваним термістором для вимірювання температури. Опір термістора NTC зменшується при підвищенні температури. Термістори мають нелінійне співвідношення температурного опору. Це вимагає значної корекції, щоб правильно інтерпретувати дані. Поширений підхід до використання

термістора, полягає в тому, що термістор і резистор фіксованого значення утворюють подільник напруги з виходом, який оцифровується АЦП.

- ІМС на основі напівпровідників інтегральні мікросхеми датчиків температури на основі напівпровідників бувають двох різних типів: локальний датчик температури та дистанційний цифровий датчик температури. Місцеві датчики температури — це мікросхеми, які вимірюють температуру власного кристала за допомогою фізичних властивостей транзистора. Виносні цифрові датчики температури вимірюють температуру зовнішнього транзистора.

Місцеві датчики температури можуть використовувати аналоговий або цифровий виходи. Аналогові виходи можуть бути як напругою, так і струмом, тоді як цифрові виходи можна побачити в кількох форматах, таких як I²C, SMBus, 1-Wire® та послідовний периферійний інтерфейс (SPI). Місцеві датчики температури визначають температуру на друкованих платах або навколишнє повітря навколо них. MAX31875 є надзвичайно малим місцевим датчиком температури і може використовуватися в багатьох програмах, включаючи програми з батареєю.

Віддалені цифрові датчики температури працюють як локальні датчики температури, використовуючи фізичні властивості транзистора. Різниця в тому, що транзистор розташований подалі від мікросхеми датчика. Деякі мікропроцесори та FPGA включають біполярний чутливий транзистор для вимірювання температури кристала цільової мікросхеми.

Термопари, RTD, термістори та інтегральні мікросхеми на основі напівпровідників є основними типами датчиків температури, які використовуються сьогодні. Термопари недорогі, довговічні і можуть вимірювати широкий діапазон температур. RTD пропонують широкий діапазон вимірювань температури (хоча менші, ніж термопари) і забезпечують точні та повторювані вимірювання, але вони повільніші, вимагають струму збудження та вимагають формування сигналу. Термістори довговічні та малі, але вони менш точні, ніж RTD, і вимагають більше корекції даних для інтерпретації температури. Напівпровідникові мікросхеми гнучкі

для імплантації і можуть поставлятися в дуже маленьких упаковках, але вони мають обмежений температурний діапазон.

2.3 Вимірювальні прилади та технічна специфікація

В електроніці існує кілька вимірювальних приладів, які можна використовувати для різних застосувань залежно від їхніх вимог. Для вимірювання ваги є один датчик, а саме датчик ваги або тензодатчик. Цей датчик більш помітно використовується для багатьох цілей у системах зважування для вимірювання ваги. Датчик ваги відомий своєю точністю та послідовністю надання точних значень ваги, тому ці датчики можна використовувати при розробці системи зважування. На ринку доступний різний асортимент продуктів, які використовують датчики, такі як пристрої для вимірювання ваги, які використовуються для проектування всієї системи зважування.

Визначення: тензодатчик або датчик ваги є одним із видів датчиків, інакше перетворювач. Принцип роботи датчика ваги залежить від перетворення вантажу в електронний сигнал. Сигналом може бути зміна напруги; струм в іншому випадку частота залежить від навантаження, а також використовуваної схеми. Існує багато варіантів для вимірювання стабільної ваги в іншому випадку будь-якого розміру вантажів за допомогою одного тензодатчика. Тензодатчики або датчики ваги поділяються на різні типи. Застосування датчиків ваги в основному пов'язані з вимірюванням ваги в кількох програмах. Найбільш часто використовувані датчики ваги - це тензодатчики, ємнісні, гідравлічні та пневматичні. У вищезгаданих типах датчиків перші два є електричними перетворювачами. Це датчик, який використовується для виявлення фізичного стимулу та створення напруги на виході.

Теоретично, цей датчик виявляє зміни в межах фізичного стимулу, такого як сила, тиск або вага, і виробляє вихід, порівняльний з фізичним стимулом. Таким чином, для певного стабільного навантаження, інакше розмір ваги, цей датчик

забезпечує вихідне значення, яке є порівнянним з величиною ваги. Найкращим прикладом цього сенсорного модуля є SEN0160:

- Модуль бездротового датчика ваги SEN0160 заснований на АЦП HX711; це точний 24-розрядний АЦП, який призначений для промислового керування, а також для зважування ваг для прямого підключення до датчика моста. Оцінений з іншими інтегральними схемами, цей HX711 включає основні функції, а також деякі функції, такі як швидка відповідь, висока інтеграція, імунітет тощо. Цей чіп знижує вартість електронних ваг, а також покращує надійність та продуктивність.



Рисунок 2.1- Модуль

Технічні характеристики модуля датчика ваги:

- Місткість 1 кг
- Діапазон напруги збудження становить від 5 В до 15 В
- О/р чутливість $1,0 \pm 0,15$ мВ/В

- Синтетична помилка становить 1 на кожну тисячу центів повної шкали
- Нульові зсуви становлять 0,05 або 0,03
- Нульове значення о/р становить $\pm 0,1$ мВ/В
- Опір І/р становить 1055 ± 15 Ом
- О/п імпеданс становить 1000 ± 5 Ом
- Перевантажувальна здатність становить 200 % F.S
- Аналоговий вихід
- Розмір 33*38 мм

2.4 PCBWay

Решта два датчики не генерують відкрито вихід, як електричні сигнали, проте вони можуть мати свої О/Р залежно від умов застосування. Тензодатчик є найбільш часто використовуваним датчиком у різних галузях промисловості, таких як побутова, автоматика, медицина, автомобільна промисловість тощо.



Рисунок 2.2 – Плата

Вибір тензодатчика для конкретного застосування можна зробити, враховуючи наступні моменти:

- Діапазон вимірювання
- На основі застосування
- Вимоги до потужності
- на основі вимог до розміру та специфікації
- Перевантаження повинно бути найкращим

NX711 Технічні характеристики та специфікації:

- Друкована плата
- 24-розрядний АЦП для ваг
- Два різних вхідних канали, які можна вибрати
- Цифрове керування просте, а інтерфейс є послідовним
- Швидкість передачі даних, яку можна вибрати, становить 10SPS, інакше 80SPS
- Миттєве відхилення живлення становить 50 Гц і 60 Гц
- Напруга живлення становить від 2,6 В до 5,5 В
- Струм живлення менше 1,6 мА
- Робоча температура від -40°C до 85°C
- 16-контактний пакет SOP-16

Таким чином, на продуктивність системи зважування можуть впливати кілька факторів, таких як вібрація, температура, навколишнє середовище, технічне обслуговування та рух конструкції.

2.5 Теплові камери та тепловізори

Тепловізори також дозволяють побачити тепло об'єкта, що випромінює сам себе. Теплові камери більш-менш фіксують температуру різних об'єктів у кадрі, а потім призначають кожній температурі відтінок кольору, що дозволяє побачити, скільки тепла вона випромінює порівняно з об'єктами навколо неї.



Рисунок 2.3 -Універсальний тепловізійний пристрій testo 875 li 1

Теплові камери визначають температуру, розпізнаючи та фіксуючи різні рівні інфрачервоного світла. Це світло невидиме неозброєним оком, але його можна відчутти як тепло, якщо його інтенсивність досить висока. Усі об'єкти випромінюють якийсь інфрачервоне випромінювання, і це один із способів передачі тепла. Чим гарячіший об'єкт, тим більше інфрачервоного випромінювання він виробляє. Теплові камери можуть бачити це випромінювання і перетворювати його в зображення, яке ми потім можемо побачити своїми очима.



Рисунок 2.4- Тепловізійна камера Vulett

Теплова камера має внутрішні вимірювальні пристрої, які вловлюють інфрачервоне випромінювання, які називаються мікроболометрами, і кожен піксель має один. Звідти мікроболометр записує температуру, а потім призначає цьому пікселю відповідний колір, який потім показує результати на екрані камери.

Незрозуміле походження тепловізійних зображень. Існують численні свідчення про тепловізію під іншими назвами з 1800-х років, але підтвердженого винахідника немає. Тепловізійні камери, які використовуються сьогодні, засновані на технології, яка спочатку була розроблена для військових. У 1929 році угорський фізик Кальман Тіханьї винайшов електронну телевізійну камеру з інфрачервоною чутливістю (нічного бачення) для протиповітряної оборони Великобританії. Першими розробленими американськими термографічними камерами були інфрачервоні лінійні сканери. Тепловізори в його нинішньому вигляді спочатку були розроблені для

військового використання під час Корейської війни, а сьогодні перейшли в інші галузі і знайшли багато застосувань:

- Тепловізійне обслуговування електрики широко використовується. Наприклад, спеціалісти з електропередач використовують тепловізію, щоб знайти та визначити місця з'єднань та деталей, які піддаються ризику перегріву, оскільки вони вже виділяють більше тепла, ніж більш міцні ділянки. Вони також можуть допомогти виявити слабкі з'єднання або пристрої, які починають виходити з ладу.



Рисунок 2.5 Приклад використання

- Сантехніки використовують тепловізори для огляду місць можливих витоків, переважно через стіни та труби. Оскільки пристрої можна використовувати на відстані, вони ідеально підходять для пошуку потенційних проблем у обладнанні, до якого важко дістатися або іншим чином створювати проблеми з безпекою для працівників.



Рисунок 2.6 – Приклад використання 2

- Зображення термітів всередині та на стіні. Техніки-механіки та будівельники, які працюють з теплоізоляцією, використовують зображення для швидкого виявлення витоків, що важливо для ефективного регулювання температури в будівлі. З першого погляду вони можуть проаналізувати структуру будівлі та виявити недоліки. Втрати тепла від стін, обладнання HVAC, дверей та вікон є поширеними проблемами теплової продуктивності, які легко вловити тепловізором.
- Управління тваринами та шкідниками – це сфера, яка має дивовижну кількість застосувань для тепловізорів. Вони можуть допомогти виявити шкідників або тварин на темних дахах, не забираючись на них, і можуть виявити потенційну активність термітів. Крім того, вони зазвичай використовуються для більш легкого проведення досліджень дикої природи абсолютно неінвазійним, ненав'язливим способом.
- Транспортна навігація отримує значні переваги від тепловізійних зображень, особливо під час подорожей вночі. Наприклад,

морська навігація використовує його, щоб чітко бачити інші судна, людей та перешкоди вночі під час перебування в морі. Останніми роками в автомобілях почали включати інфрачервоні камери, щоб сповіщати водіїв про людей або тварин за межами вуличних ліхтарів або їх фар.

- Охорона здоров'я та медицина також мають практичне застосування, наприклад, для виявлення лихоманки та температурних аномалій. Це виявилось особливо важливим в аеропортах, де ці тепловізійні камери можуть швидко і точно сканувати всіх вхідних або вихідних пасажирів на предмет підвищення температури, що було вирішальним під час недавніх спалахів таких захворювань, як SARS та Ебола. Крім того, було доведено, що тепловізори допомагають діагностувати ряд захворювань, пов'язаних з шиєю, спиною та кінцівками, а також проблеми з кровообігом.



Рисунок 2.7 – Приклад зображення з приладу Хіквіжн

- Пожежники використовують тепловізію, щоб допомогти їм бачити крізь дим, особливо під час рятувальних місій, коли вони шукають людей у затемненому та небезпечному середовищі. Вони також

використовують теплові камери для швидкої ідентифікації точкових пожеж, щоб вони могли втрутитися до того, як вони поширилися.

- Поліція та правоохоронні органи вбудовують тепловізори в обладнання для спостереження, яке використовується для виявлення підозрюваних, особливо вночі, а також для розслідування місць злочинів, а також для проведення пошуково-рятувальних операцій. Вони перевершують прилади нічного бачення, оскільки не потребують зовнішнього освітлення та не піддаються впливу яскравого світла, що є значним покращенням.

2.6 Датчики для визначення якості води

Вода є джерелом життя, і людина не може обійтися без води в житті та виробничій діяльності. Якість питної води тісно пов'язана зі здоров'ям людини. Моніторинг і управління якістю води стали важливою темою сучасної науки. Онлайн-система моніторингу якості води може точно, своєчасно та всебічно відображати поточну якість води та тенденцію розвитку, а також забезпечити наукову основу для проєктів очищення води. Сенсорною частиною системи моніторингу якості води є датчик якості води.

Датчик якості води — це загальний термін для кількох датчиків, які вимірюють рН, залишковий хлор, каламутність, зважені речовини, ХПК, БПК, провідність та розчинений кисень. Якість води не відноситься до конкретного параметра дня, вона містить кілька елементів для вимірювання стану води.

Датчик якості води вимірює такі параметри води, як провідність, розчинений кисень, рН, COD, залишковий хлор і каламутність за допомогою різноманітних методів, таких як хімічні, фізичні та біологічні реакції води, і забезпечує підтримку даних для дослідників, спостерігачів та інженерів. Він використовується в лабораторних дослідженнях, покращенні управління навколишнім середовищем,

оцінці якості морської води, калібруванні гідравлічної моделі, очищенні стічних вод та інших областях.



Рисунок 2.7 – датчик РН

Якість води — це загальне поняття, яке охоплює широкий діапазон. Тому побудова повної системи моніторингу якості води є складним проектом. Хороша новина полягає в тому, що за допомогою цих семи датчиків якості води Renke і хоста моніторингу якості води ви можете легко створити свою систему моніторингу якості води:

- Датчик РН
- Датчик провідності
- Датчик залишкового хлору
- Датчик помутніння
- Датчик ОВП
- Датчик COD
- Датчик іонів азоту аміаку
- Датчик РН

Значення рН є важливим показником для моніторингу промислових стічних вод. У промислових стічних водах більшість мікроорганізмів мають діапазон адаптації 4,5-9, а найбільш підходящий діапазон рН 6,5-7,5. Коли рН нижче 6,5, грибок починає конкурувати з бактеріями. Коли рН досягне 4,5, грибок матиме повну перевагу в біохімічному резервуарі, що серйозно вплине на осідання мулу. Коли рН перевищує 9, швидкість метаболізму мікроорганізмів буде порушена.

Для моніторингу значення рН промислових стічних вод ми зазвичай використовуємо датчики рН. Датчик рН – це датчик, який використовується для контролю концентрації іонів водню в досліджуваному розчині та перетворення його у відповідний вихідний сигнал, який можна використовувати. Він підходить для промислових стічних вод, побутових стічних вод, сільського господарства, аквакультури та інших сценаріїв у некорозійному середовищі слабких кислот і слабких лугів:

- Датчик провідності - під провідністю розуміється здатність проводити струм у водоймі. У моніторингу якості води провідність є одним із важливих показників якості води. Коли значення провідності води вище, провідність краща, а значення TDS у воді більше. Значення TDS являє собою вміст у воді розчинених домішок. Чим більше значення TDS, тим більше вміст домішок у воді. Навпаки, чим менше вміст домішок, тим більше води. Чисто, тим нижча провідність. Датчики провідності можна розділити на датчики провідності електродного типу, індуктивні датчики провідності та ультразвукові датчики провідності відповідно до різних принципів вимірювання. Датчик провідності електродного типу використовує метод вимірювання опору відповідно до принципу електролітичної провідності. Індуктивний датчик провідності реалізує вимірювання провідності рідини на основі принципу електромагнітної індукції. Ультразвукові датчики провідності вимірюють провідність за змінами ультразвукових хвиль у рідинах, причому перші два датчики широко використовуються. Датчик RS-EC-*-2 EC

використовує метод вимірювання провідності електродного типу, вбудований високоточний датчик є точним, його діапазон вимірювання провідності становить від 0~20000 мкС/см, похибка вимірювання становить $\pm 1\%$ FS, висока чутливість. Цей датчик провідності поставляється з кабелем, підключеним до передавача, який посилає сигнал на обладнання для обробки та/або запису.



Рисунок 2.8 – Датчик ТДС-3

- Датчик залишкового хлору - залишковий хлор це загальний термін для вільного хлору та комбінованого хлору, що залишається у воді після хлорованої дезінфекції та контакту протягом певного періоду часу. Датчик залишкового хлору КН-CL-N01-1 використовується для вимірювання залишкового хлору, діоксиду хлору та озону у воді. Конструкція електрода проста, легко очищається та замінюється. Його можна використовувати на очисних установках питної води, консервних заводах, мережах розподілу питної води, плавальних басейнах, охолоджуючій циркуляційній воді, проектах

з очищення води та інших випадках, де здійснюється постійний моніторинг вмісту залишкового хлору у водному розчині.



Рисунок 2.9 – Датчик залишкового хлору

- Датчик помутніння - помутніння викликається зваженими частинками у воді. Зважені частинки дифузно відбивають падаюче світло. Зазвичай в якості тестового сигналу використовується розсіяне світло в напрямку 90 градусів. Розсіяне світло і каламутність відповідають багато сегментному лінійному відношенню, тому датчик потрібно відкалібрувати в кількох точках. Датчик каламутності КН-ZD-N01-1 розроблений і виготовлений за принципом вимірювання каламутності розсіяного світла. Точно виміряйте кількість світла, що проходить через воду, щоб точно виміряти зважені речовини у воді, і ці зважені тверді речовини можуть відображати забруднення водойми. Таким чином вимірюється каламутність у пробі води, а кінцеве значення виводиться після лінеаризаційної обробки. Він часто

використовується для точного вимірювання річок, стічних вод і стічних вод детекторами якості води.



Рисунок 2.10- датчик каламутності води

- Датчик ОВП - окисно-відновний потенціал (ОВП) є важливим показником для вимірювання якості води аквакультурних вод, а значення ОВП може відображати якість води. Окисно-відновний потенціал відображає окисно-відновний стан водойми. Чим більше значення ОВП, тим сильніше окислювальна властивість водойми, а чим менше значення, тим сильніше відновна властивість водойми. Датчик ОВП в основному використовується як потенціал відновлення кисню розчину. Він може не тільки виявити водойму, а й виявити дані ОВП у ґрунті та культурному середовищі. Таким чином, це також датчик з багатьма застосуваннями і може широко використовуватися в електроенергетиці та хімічній техніці. Постійний моніторинг ОВП різної якості води в таких галузях, як охорона навколишнього середовища, медицина та харчова промисловість. Зазвичай він буде використовуватися з датчиком РН.

- Датчик COD - Багато органічних речовин, розчинених у воді, поглинають ультрафіолет. Тому, вимірюючи ступінь поглинання

ультрафіолетового світла з довжиною хвилі 254 нм цими органічними речовинами, можна точно виміряти вміст розчинених органічних забруднювачів у воді. Датчик COD KH-COD-N01-1 використовує два джерела світла, одне ультрафіолетове світло використовується для вимірювання вмісту COD у воді, інше опорне світло використовується для вимірювання каламутності водойми, а ослаблення світлового шляху є компенсується за певним алгоритмом і може бути використана до певної міри. Усуньте перешкоди домішок зважених частинок, щоб досягти більш стабільного та надійного вимірювання.

- Датчик іонів азоту-аміаку - у аквакультурі, якщо аміачний азот у воді занадто високий, це отруїть рибу та креветок і спричинить загибель риби та креветок. Тому датчик якості води аміачного водню особливо необхідний для контролю концентрації аміачного азоту. Датчик аміачного азоту використовується для вимірювання вмісту аміачного азоту в якості води і часто використовується в Інтернеті речей, аквакультурі, розумному сільському господарстві та інших сферах. Датчик аміачного азоту KH-NHN-N01-1 виготовлений з іонно-селективного електрода на основі ПВХ-мембрани. Він використовується для перевірки вмісту іонів амонію у воді з температурною компенсацією, щоб переконатися, що тест є швидким, простим, точним та економічним. У цьому посібнику користувача детально представлені технічні параметри, протокол обслуговування та зв'язку датчика аміачного азоту.

3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІОТ

В рамках кваліфікаційної роботи має бути розроблена модель інформаційної системи. Матеріал вище був розглянутий для кращого розуміння що від системи буде потребуватися і певні нюанси які можуть виникнути. Резюмуючи модель потрібно коротко про неї розповісти, а саме що використання якихось хмарних технологій можливе в використанні проте, це час, сама ж модель розроблялась як засіб прискорення надходження інформації в тому чи її іншому вигляді до адресата від відправника. Під адресатом мається на увазі персонал, лікарі, технічні служби, комп'ютер чи мобільний пристрій. А відправником тут виступає сам пацієнт, датчики, тощо.

На систему опрацювання даних, саме опрацювання даних, покладені такі функціональні задачі:

- Зібрати дані в реальному часі;
- Опрацювати дані;
- По закладеному програмою протоколу відправити її;
- Підтвердити передачу/ отримання пакета;
- Продовжити збір та обробку даних;

Цикл є постійним та безперервним поки систему не переведуть в режим сну, оскільки з представленої інформації зрозуміло що, гемодіаліз це процедура що потребує постійного контролю станів пацієнта та параметрів техніки та систем задіяних під час процедур.

Інформаційну систему прийняття та підтримки рішень можливо було б доцільніше використовувати якби, можливо було 100% сказати що рішення запропоновані нею були б більш гнучкими під ситуацію, а не стандартні протоколи які лікарі й так знають. До того ж вона цей тип системи в перспективі своїй піднімає її вартість, а

одним із завдань покладених мною було розробити модель яка не потребує значних затрат та складнощів інтеграції.

Отже розібравшись з доволі такими простими завданням покладеними на систему варто окремо відзначити технічне забезпечення, компоненти які варто було б задіяти. Навіть з урахуванням що система є переважно локальною, рівня однієї будівлі, доречно було б сказано одного поверха, вона все одно потребує цілого комплексу технічного забезпечення. Обчислювальні потужності, периферійні пристрої, пристрої зчитування даних які в нашому випадку є датчиками та самі апарати штучна нирка, засоби передачі/обміну інформації. Забувати не потрібно й про комплекс програмного забезпечення.

Обидва комплекси потребують роботи не одного фахівця. На свої пізнання враховуючи ці комплекси вважаю за доцільне використати тут тип топології Mesh. Як найпопулярніша топологія часто використовувана вона є найкращою і для моделі інформаційної системи гемодіалізного центру. Переваги й недоліки зрозумілі, тож повернемось до самої моделі.

Нижче наведена проста схема моделі передачі інформації в гемодіалізному залі.

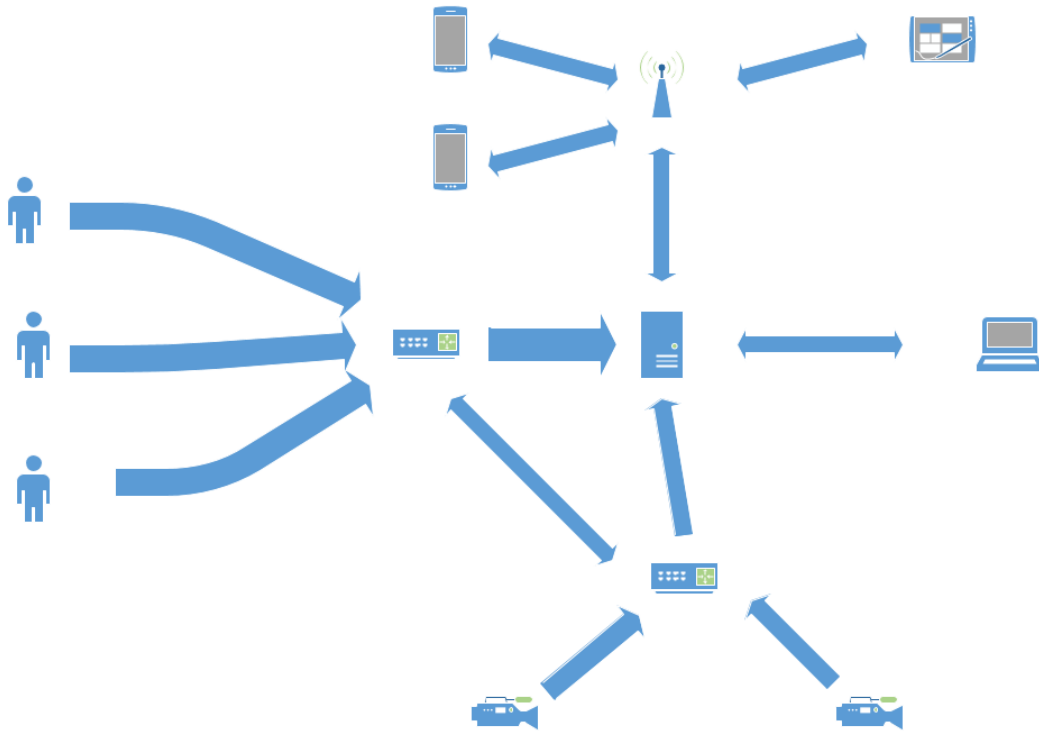


Рисунок 3.1- Схема в залі

Суть така, є апарат штучної нирки, в більш старіших варіантах інтегрувати якусь систему зчитування даних важко тому там просто простіше використати датчики звуку та світла, подаючи звичайний звуковий чи світловий сигнал тривоги, датчики зчитують його та одразу передають через маршрутизатор на сервери де проходячи обробку програмним забезпеченням вони зберігаються на сервері в форматі даних закладених програмою. Після збереження відповідне сповіщення приходить на доступні кінцеві пристрої приймачі, а саме телефон, планшет, тощо. В реалізації схема складніша в описані з урахуванням комунікаційної техніки та серверів, але для розуміння достатньо і цього. Отримавши відповідне сповіщення мед персонал починає реагувати, все просто.

Говорячи про більш нові апарати, вони вже оснащені відповідно до останнього слова техніки, маючи можливість створювати персональні профілі пацієнтів та

передачі даних для збереження не сервері або на персональному комп'ютері медичного персоналу. Тож залишається їх лише під'єднати до інформаційної системи. З ними взагалі простіше оскільки вже існує програмна реалізація, тобто забезпечення, його потрібно розширити до рівня мобільних пристроїв.

Новітні апарати оснащені системами контролю артеріального та венозного тиску, система контролю густини крові та серцевого ритму, на відміну від їх старіших родичів. Нові апарати можуть передати повну картину даних необхідних для реагування робітників.

3.1 Камери

Однак, не один апарат не може виміряти температуру тула окрім як температуру крові. Це є проблемою потребуючої рішення в умовах епідемії ковід 19 да і при інших захворюваннях. Не просто так були згадані тепловізійні камери, оскільки вплинути на їх роботу може мало що, а останні версії їх є досить точними, їх доцільно використовувати й в таких центра. Постійний контроль температури тіла через камеру допоможе контролювати більш точно стан пацієнта та епід ситуацію в центрі. Їх інтеграція теж не є складною в систему. Принцип той же, зібрали данні передали на сервер де вони збереглись та пройшли обробку, вихідні дані у вигляді читабельному відправляються на комп'ютер, а саме все ж таки у форматі відео.

3.2 Ліжка

Окрім температури, тиску та густини не менш важливим фактором для пацієнтів центру є вага. Наведені можливі варіанти датчиків ваги які можна застосувати в центрі. Точніше не просто застосувати, а модернізувати, оснастивши ліжка одним з

запропонованих датчиків можна вирішити проблему з перезйомом рідини, що може викликати тромбоз, інфаркт, інсульт.



Рисунок 3.1- Приклад стандартного ліжка для процедури

Одним із варіантів чим простіше модернізувати його, це використати нажимні пластини під ніжки опори ліжка. Просто в роботі, зробивши по принципу ваг які використовують для вантажних автомобілів, можливо значно знизити ризи перезйому, а внаслідок ризик хвороб, що значно підвищує шанси на виживаємість. Дані з них як і з іншого технічного забезпечення буду передаватися на сервер та ПК.

3.3Водоочистка

Одна з простих схем роботи системи наведені далі. Схема нижче призначена для приміщення волоочистки. В ній одним єдиним датчиком перевірки рівня забрудненості не обійтись. Для перевірки якості води потрібен комплекс датчиків.

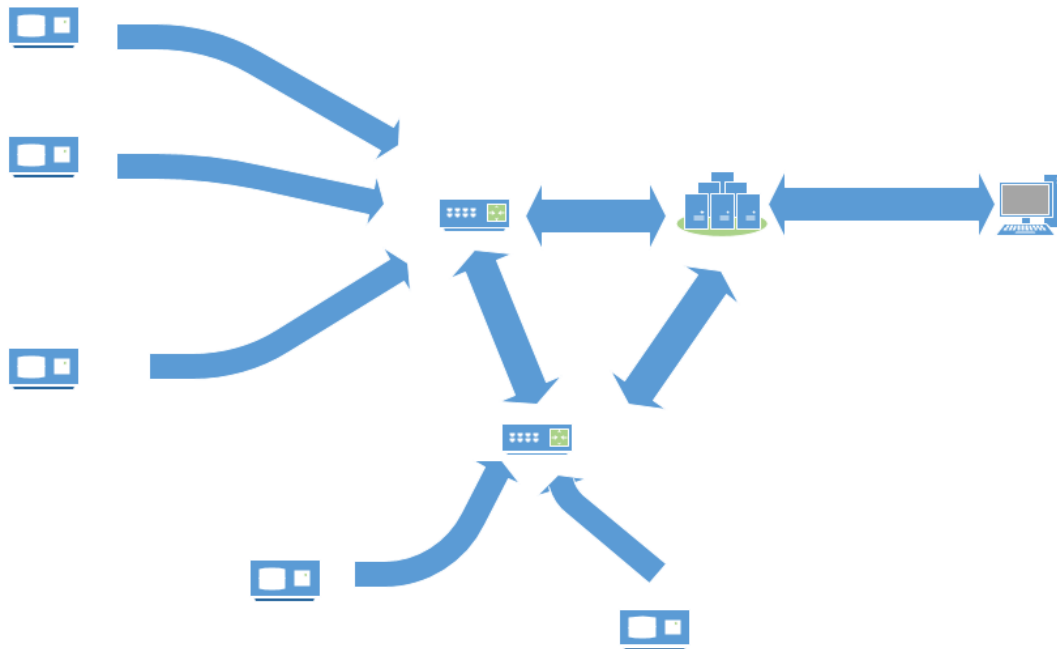


Рисунок 3.2 – схема з датчиками

За допомогою описаних вище датчиків можливо покращати рівень контроль очистки. При належному рівні можливо мінімізувати побочні ефекти від очистки, такі як біль, зуд, металевий присмак в роті. Можливо здається що ефекти не критичні, але вони вказують на не належну очистку, внаслідок цього в організм потрапляють в малих кількостях речовини шкідливого характеру для пацієнтів, відкладаючись в суглобах і не тільки, викликають дискомфорт, артрит та інші хвороби.

В ідеальному розумінні данні з цих датчиків повинні передаватися на обслуговуючу компанію, проте не всюди це можливо, насамперед за рахунок обслуговуючої компанії, тому вони повинні передаватись на ПК медичного персоналу, а вони в свою чергу при погіршенні очистки передавати інформацію в компанію.

ВИСНОВКИ

В рамках кваліфікаційної роботи було проведено аналіз процедури гемодіалізу, визначено проблеми та області необхідні для модернізації. Розглянути засоби які можливо застосувати. В роботі було розглянуто таке технічне забезпечення як датчики ваги, тепловізійні датчики. Комплекс датчиків контролю якості води. Внаслідок проведеного аналізу були запропоновані варіанти модернізації та розроблено приближену схему інформаційної системи.

На основі проведеного аналізу технічного спектру було запропоновано окремі варіанти покращення функціонування, шляхом інтеграції такого технічного обладнання як тепловізійні камери, датчики, комплекс датчиків контролю якості води. А також спосіб модернізації застарілих апаратів для передачі інформації. Розглянуто варіант використання новітніх апаратів в інформаційній системі без потреби їх модернізації, оскільки ними передбачено можливості інтеграції їх в інформаційну систему, з передачею даних як в локальному масштабі так і в масштабі хмарних сервісів.

Після визначення завдання кваліфікаційної роботи, також було визначені слабкі місця в алгоритмі проведення процедури, а також області в яких медичному персоналу потрібно полегшити роботу.

Визначивши слабкі місця протоколи проведення процедури гемодіалізу, з урахуванням людського фактору, було запропоновано наближену, просту в реалізації, модель інформаційної системи на основі Mesh мережі, з урахуванням потреб. В запропонованому варіанті застосування IoT технологій є гостро необхідним. Можливими технологіями для реалізації бачу Nb-IoT, LoraWan і не тільки.

Було запропоновано застосування програмних застосунків міжнародного зразка.

Результатом роботи є модель інформаційної системи на основі IoT з запропонованими варіантами модернізації окремих напрямлень, що покращує окремі показники статистики.

Дана модель є варіантом як готовим до реалізації так і підґрунтям для розробки більш масштабованого проекту, в роботі є ряд мінусів потребуючих більш детального доопрацювання з поглибленням в нефрологічному напрямку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://www.renkeer.com/top-7-water-quality-sensors/>.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_exchange#:~:text=Data%20exchange%20is%20the%20process,shared%20between%20different%20computer%20programs.
3. Гемодіаліз [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kyivdializ.com/pacziyentam/korysna-informacziya/shho-take-gemodializ-shho-za-aparat-shtuchna-nyrka/>
4. XML [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/xml-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%87%D0%BA%D1%96%D0%B2-a87d234d-4c2e-4409-9cbc-45e4eb857d44.>
5. SOAP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.quality-assurance-group.com/soap-web-servis-api-testing-interview/>
6. Сенсори температури [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.digikey.com/en/blog/types-of-temperature-sensors.>
7. датчики ваги [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://asvik.kiev.ua/ua/articles/10.>
8. Діаліз [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.freseniusmedicalcare.ua/uk/pacijentam-ta-jikhnim-simjam/rozuminnja-dializu/>.
9. тепловізійні камери [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sonel.ua/g94663548-teplovizijni-kameri-teplovizori.>
10. сенсори [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.renkeer.com/top-7-water-quality-sensors/>.
11. Інформаційна система [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://pidru4niki.com/1222090547713/informatika/informatsiyni_sistemi.
12. датчики [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vagi-axis.ua/uk/category/tenzodatchiki/>.
13. Інформаційна система [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://fit.univ.kiev.ua/archives/7277.>
14. водоочисні системи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://analizvody.com.ua/prom.html.>

15. апарат штучна нирка [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<http://medical-enc.com.ua/artificial-kidney.htm>.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА НА ТЕМУ:

«РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕМОДІАЛІЗНОГО ЦЕНТРУ»

ВИКОНАВ: СТУДЕНТ ГРУПИ ІСДМ-61 ТОКАРЧУК ДМИТРО ОЛЕГОВИЧ

КЕРІВНИК: СТОРЧАК КАМІЛА ПАВЛІВНА



1)МЕТА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ – РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІОТ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕМОДІАЛІЗНОГО ЦЕНТРУ.

2)ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ –ПРОЦЕСИ ПРОЦЕДУРИ ГЕМОДІАЛІЗУ, МОЖЛИВОСТІ ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ.

3)ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ –ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ДАТЧИКИ, ВОДООЧИСНІ СИСТЕМИ, АПАРАТИ ШТУЧНА НИРКА.

4)НАУКОВА НОВИЗНА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ –ПОЛЯГАЄ В ПОКРАЩЕННІ, ОПТИМІЗАЦІЇ, МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСТАРИЛИХ ПРОЦЕСІВ.



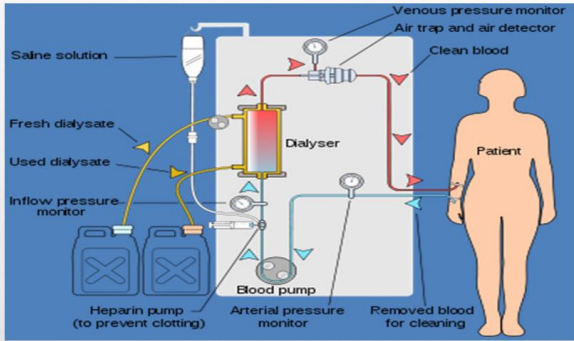


Рисунок 1.1 –Процес фільтрації крові

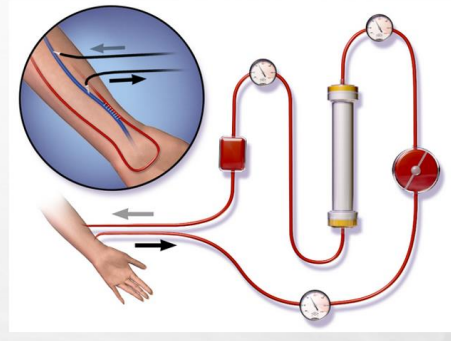


Рисунок 1.2 –Схема підключення магістралей



Рисунок 1.3 –Діалізатор апарату штучна нирка



Рисунок 1.4 –Апарат штучна нирка

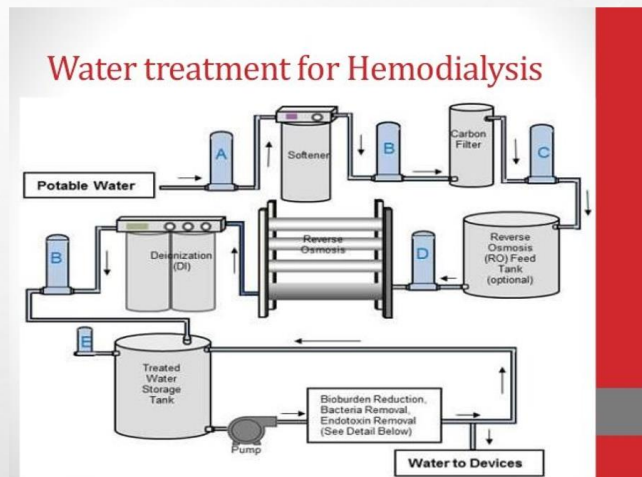


Рисунок 1.5 –Схема системи водоочистки

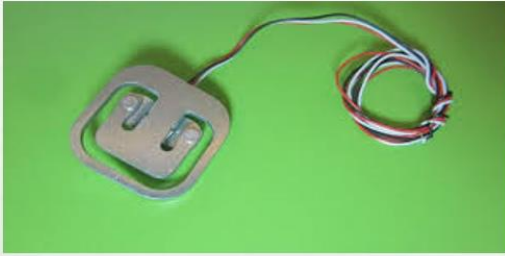


Рисунок 2.1 –Нажимний датчик ваги



Рисунок 2.2 –Варіант моделі тепловізійної камери від Хіквіжн для скінінгу температури пацієнтів

5



Рисунок 2.3 –Варіант готового комплексу контролю якості води



Рисунок 2.4 –Схема вимог покладених на інформаційну систему

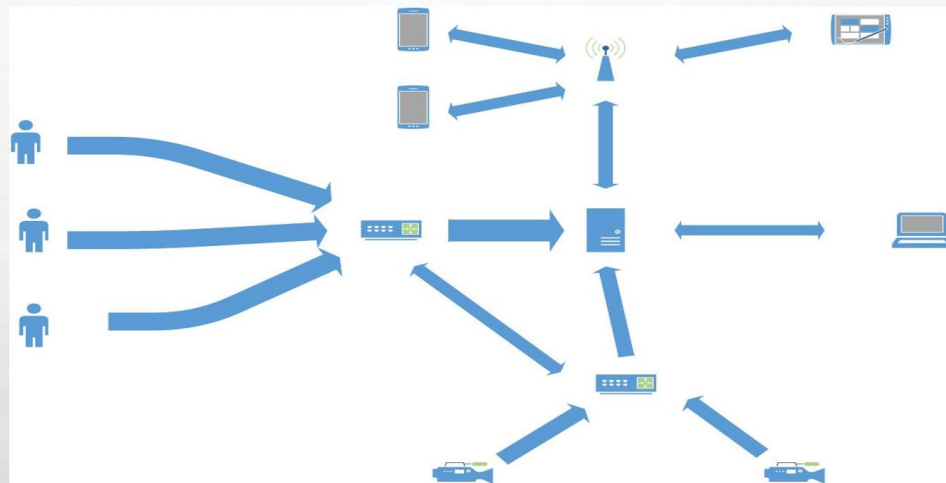


Рисунок 2.5 –Схема системи в гемодіалізованому залі

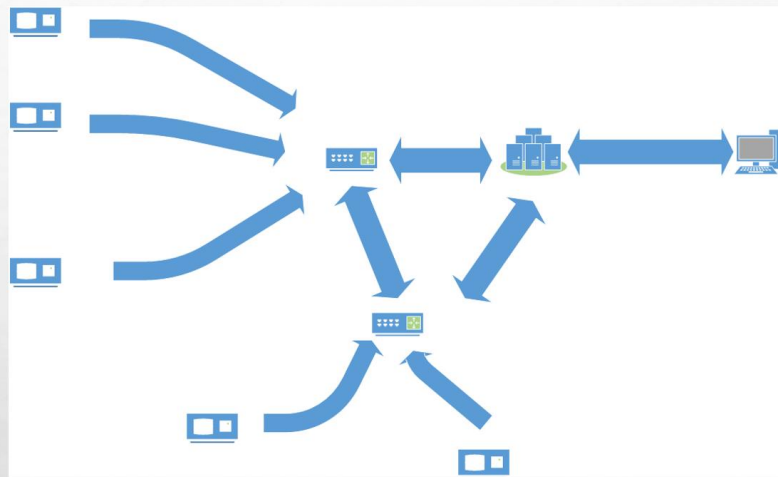


Рисунок 2.6 –Схема залу водоочисних споруд

ВИСНОВКИ

- В РАМКАХ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БУЛО ПРОВЕДЕННО АНАЛІЗ ПРОЦЕДУРИ ТЕМОДІАЛІЗУ, ВИЗНАЧЕНО ПРОБЛЕМИ ТА ОБЛАСТІ НЕОБХІДНІ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ. РОЗГЛЯНУТИ ЗАСОБИ ЯКІ МОЖЛИВО ЗАСТОСУВАТИ. В РОБОТІ БУЛО РОЗГЛЯНУТО ТАКЕ ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯК ДАТЧИКИ ВАГИ, ТЕПЛОВІЗІЙНІ ДАТЧИКИ. КОМПЛЕКС ДАТЧИКІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВОДИ. ВНАСЛІДОК ПРОВЕДЕНОГО АНАЛІЗУ БУЛИ ЗАПРОПОНОВАНІ ВАРІАНТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗРОБЛЕНО ПРИБЛИЖЕНУ СХЕМУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.
- НА ОСНОВІ ПРОВЕДЕНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНОГО СПЕКТРУ БУЛО ЗАПРОПОНОВАНО ОКРЕМІ ВАРІАНТИ ПОКРАЩЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ, ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ ТАКОГО ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЯК ТЕПЛОВІЗІЙНІ НАМЕРИ, ДАТЧИКИ, КОМПЛЕКС ДАТЧИКІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВОДИ. А ТАКОЖ СПОСІБ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСТАРИЛИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ. РОЗГЛЯНУТО ВАРІАНТ ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ АПАРАТІВ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ БЕЗ ПОТРЕБИ ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЇ, ОСКІЛЬКИ НИМИ ПЕРЕДБАЧЕНО МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ЇХ В ІНФОРМАЦІЙНУ СИСТЕМУ, З ПЕРЕДАЧЕЮ ДАНИХ ЯК В ЛОКАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ТАК І В МАСШТАБІ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ.
- БУЛО ЗАПРОПОНОВАНО ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ МІЖНАРОДНОГО ЗРАЗКА.
- РЕЗУЛЬТАТОМ РОБОТИ Є МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІОТ З ЗАПРОПОНОВАНИМИ ВАРІАНТАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОКРЕМИХ НАПРАВЛЕНЬ, ЩО ПОКРАЩУЄ ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ СТАТИСТИКИ.

АПРОБАЦІЯ

- ОПУБЛІКОВАНО СТАТТЮ «РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕМОДІАЛІЗНОГО ЦЕНТРУ» У ФАХОВОМУ ВИДАННІ МОН «ЗВ'ЯЗОК» № 4 (2021) (ГОТУЄТЬСЯ ДО ДРУКУ)