

vol. ВМЕ – 34, No. 2, February 1987.

2. Пестриков П.П., Пестрикова Т.В. Многоканальная измерительная система для регистрации сигналов поверхностной электромиографии мышц предплечья // Молодые ученые –Хабаровскому краю: материалы XXI краевого конкурса молодых ученых и аспирантов, Хабаровск, 15-18 янв. 2019г. –Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2019. – С. 108 – 113.

3. Мишин А.Т., Логинов А.С. Инфранизкочастотные усилители бионапряжений с гальваническим разделением входа и выхода. // А.Т.Мишин, А.С. Логинов, – Москва: Энергоатомиздат, 1983 г. – 80с.

4. Зайченко К.В., Жаринов О.О. и др. Съём и обработка биоэлектрических сигналов: Учебное пособие// К.В. Зайченко, О.О. Жаринов, А.Н. Кулин, Л.А. Кулыгина, А.П. Орлов, - Санкт-Петербург: СПбГУАП, 2001 г. – 140 с.

УДК 621.39

Е.А. Артюхина, Д.В. Брагина, Д.В. Вегера, В.П. Писаренко, К.А. Шиманчук
(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В данной статье представлена разработка технологии передачи данных в системе экологического мониторинга окружающей среды для промышленных предприятий. Разработанная система экологического мониторинга направлена на повышение экологической грамотности населения, путем информирования в режиме реального времени о полученных и проанализированных данных с установленных измерительных датчиков и камер.

Ключевые слова: экологический мониторинг, окружающая среда, организация сети, датчики, каналы передачи данных, цифровые интерфейсы.

Понятие «экологический мониторинг» впервые появилось в рекомендациях Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 году, которое обозначало систему повторных наблюдений за состоянием окружающей среды. В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 21.11.2011) «экологический мониторинг - это комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды» [1].

В России государственным органом, оказывающим услуги в области метеорологии и мониторинга окружающей среды, является Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Основными функциями Росгидромета являются ведение Единого государственного

фонда данных о состоянии и загрязнении окружающей среды и государственный мониторинг атмосферного воздуха. Также на законодательном уровне определяется необходимость оснастить необходимыми комплексами промышленные объекты и, соответственно, передать полученную информацию в Государственный фонд данных государственного экологического мониторинга.

В современном мире существует проблема экологического мониторинга промышленных комплексов. Кроме того, очевидна потребность в создании программ, которые направлены на развитие у людей чувства причастности к решению экологических проблем. Существуют такие проблемы экологического мониторинга как постоянный рост числа и мощностей промышленных предприятий, а также полное отсутствие или нехватка оборудования для мониторинга на этих предприятиях. Порой природопользователям проще оплачивать штрафы, нежели вкладывать средства в комплексы мониторинга и деятельность, связанную с охраной окружающей среды.

Взаимодействие промышленных предприятий и государственных учреждений в системах экологического мониторинга позволяет получать актуальные данные о состоянии окружающей среды и дает возможность исследовать и улучшать качество окружающей среды.

Невозможно оценить влияние любого предприятия на окружающую среду при отсутствии информации об экологических показателях, полученной с помощью профессионального оборудования. С помощью мониторинга можно не только определять наличие различных загрязнений, а также прогнозировать их в дальнейшем и принимать все необходимые меры для исправления существующей ситуации. Помимо этого, результаты мониторинга необходимы при разработке и внедрении системы экологического менеджмента на предприятии.

В процессе мониторинга решаются следующие задачи:

1. Создание системы сбора и обработки данных наблюдений;
2. Обеспечение достоверности и сопоставимости данных наблюдений;
3. Организация хранения данных наблюдений, ведение специальных баз экологических данных;
4. Оценка и прогноз состояния контролируемых объектов природной среды;
5. Информирование административно-хозяйственных органов данными о состоянии окружающей среды и природных ресурсов, а также населения информацией о проблемах обеспечения экологической безопасности.

В общем случае система экологического мониторинга должна состоять из объединенных в единую сеть пунктов контроля состояния окружающей среды, основу которых составляют средства измерения (датчики), подключенные к устройствам сбора, обработки и анализа информации.

Схема системы экологического мониторинга.

На рис. 1 представлена структура системы экологического мониторинга.

В систему экологического мониторинга входят следующие подсистемы:

1. Информационно-измерительные каналы;

2. Каналы передачи данных;
3. Центр сбора и обработки данных.



Рис.1. Структура системы экологического мониторинга.

Информационно-измерительный канал – это набор измерительного (газо-анализаторы, датчик обледенения дорог, метеостанция) и фиксирующего (IP-камеры) оборудования, который подключен к конвертерам цифровых интерфейсов для последующей передачи на сервер терминала измерительной информации, который отвечает за сбор и передачу измерительных данных в центр мониторинга.

В центре мониторинга происходит обработка измерений. Измерительная информация попадает от сервера в центр мониторинга благодаря каналам передачи данных. Построение канала передачи данных можно реализовать, используя проводных технологии, такие как оптическая или кабельная линия связи или при помощи беспроводных технологий.

Центр мониторинга выполняет следующие функции:

1. Сбор и обработка информации о состоянии окружающей среды в контролируемых точках;
2. Отображение результирующей информации;
3. Регистрация изменений показателей состояния окружающей среды в контролируемых точках и ведение историй изменений;
4. Передача и распределение информации в открытый доступ и для заинтересованных пользователей.

Для передачи обработанной информации пользователям в центре мониторинга предусмотрено создание удаленного WEB-сервера.

Состав системы экологического мониторинга.

В системы экологического мониторинга присутствует набор измерительных датчиков (датчиков-анализаторов), которые необходимы для измерения следующих параметров:

1. Концентрации вредных веществ в воздухе;
2. Скорости и направления ветра;
3. Температуры;
4. Атмосферного давления;
5. Относительной влажности;
6. Состояния дорожного полотна;
7. Температуры под дорожным полотном.

Датчик-анализатор (измерительный преобразователь) является составляющим многих систем автоматики. Датчик – это средство измерения, которое предназначено для выработки сигнала измерительной информации (температуры, давления, частоты, силы света, электрического напряжения и т.д.) в форме, которая удобна для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и хранения. Отдельный датчик может предназначаться для измерения, контроля и преобразования одной физической величины или нескольких физических величин одновременно.

Для обеспечения контроля состояния дорожного полотна, для сбора транспортной статистики, регулирования транспортного потока в системе экологического мониторинга возможно использование камер видеофиксации и видеорегистраторов. Вся система обеспечит повышение безопасности дорожного движения, например, информацией о метеоусловиях на автодороге с целью проведения необходимых мероприятий, в том числе противогололедных.

Главной особенностью сетевых видеокамер является встроенный аппаратный модуль распознавания автомобильных номеров. Данные камеры используют самые последние разработки алгоритмов определения. Аппаратный модуль, установленный в каждой камере, обеспечивает высокую скорость обработки кадра.

Интерфейсы подключения.

В 60-х годах развитие вычислительной техники привело к необходимости стандартизировать каналы связи. В качестве решения Европейским комитетом по стандартам в ядерной электронике (ESONE) в 1972 году был предложен стандарт EUR 4100, часто называемый так же КАМАК. Стандарт распространяется на интерфейсную систему, называемую последовательной магистралью КАМАК. Она предназначена для использования в качестве стандартного интерфейса между рядом контрольно-измерительных приборов системы КАМАК, блоками выводов данных, блоками управления, драйверами, оборудованием обработки данных (ЭВМ) и системой коммуникаций [2].

Поскольку в современном мире развитие информационных технологий происходит большими темпами, и эти технологии имеют множество применений, появилась ситуация, когда одновременно используется множество стандартов и интерфейсов передачи данных. На данное время к наиболее популярным интерфейсам относятся:

1. RS-232;
2. RS-485;
3. USB;

4. Ethernet;
5. GPON.

Чтобы организовать передачу данных от измерительного оборудования до сервера требуется определить пропускную способность канала. Учитывая, что за один отсчет работы газоанализатор измеряет до 6 параметров, а для записи одного параметра требуется до 50 символов. Запись параметра включает в себя: дату, время, номер измерения, код объекта и результат. Тогда вес одной записи до 100 байт, отсюда следует, что за один отсчет работы газоанализатора шесть параметров измерения займут примерно 600 байт или 4,8 Кбит.

Интерфейс RS-232 предназначен для передачи данных на скорости до 115 Кбит/с, что дает возможность увеличить параметры измерений, благодаря большому запасу по пропускной способности.

Интерфейс RS-232 является стандартом для последовательной передачи цифровых данных между двумя устройствами по схеме «точка-точка». Данный интерфейс осуществляет работу в дуплексном режиме, благодаря чему возможно одновременно принимать и передавать информацию, так как прием и передача осуществляются по разным линиям.

Подключение к RS-232 осуществляется при помощи специального разъема D-sub, обычно 9 контактный DB9, реже применяется 25 контактный DB25.

Скорость работы RS-232 напрямую зависит от расстояния между устройствами. На минимальном расстоянии скорость равна 115,2 кбит/с. В таблице 1 представлены допустимые скорости передачи.

Таблица 1.

Допустимые скорости передачи по интерфейсу RS-232

Скорость обмена, бит/с	Максимальная длина линии, м	Скорость, бит/с	Максимальная длина линии, м
110	1524	4800	304
150	1524	9600	76
300	1524	19200	76
600	1524	38400	76
1200	914	57600	76
2400	304	115200	15

Интерфейс RS-485 предназначен для передачи данных на скорости от 115 Кбит/с и выше, но с увеличением скорости, уменьшается максимально возможная длина линии. Например, максимально возможная длина линии для скорости не менее 115 Кбит/с составляет 500 м.

Интерфейс RS-485 похож на RS-232. Он позволяет одновременно совершать прием и передачу по отдельным линиям (полный дуплекс), но использует для этого дифференциальный сигнал (разницу потенциалов между проводниками А и В). В промышленности данный интерфейс применяется чаще, чем другие, потому что в RS-485 используется многоточечная топология, позволяющая подключить несколько приемников и передатчиков.

Существует два типа интерфейса RS-485:

- 1) Режим полудуплекс – RS-485 с 2 контактами, данные можно либо передавать, либо принимать;
- 2) Режим полный дуплекс – RS-485 с 4 контактами, позволяет одновременно принимать и передавать данные.

В одном сегменте сети RS-485 с помощью дополнительных повторителей и усилителей сигналов можно увеличить количество с 32 устройств до 256 устройств.

Стандарт RS-485 не определяет конкретный тип разъема, но часто это разъем DB9.

Технология RS-485 позволяет строить сети максимальной длиной до 1200 м и передавать данные с максимальной скоростью до 10 Мбит/с. Зависимость скорости передачи от длины линии связи представлена на рис. 2.

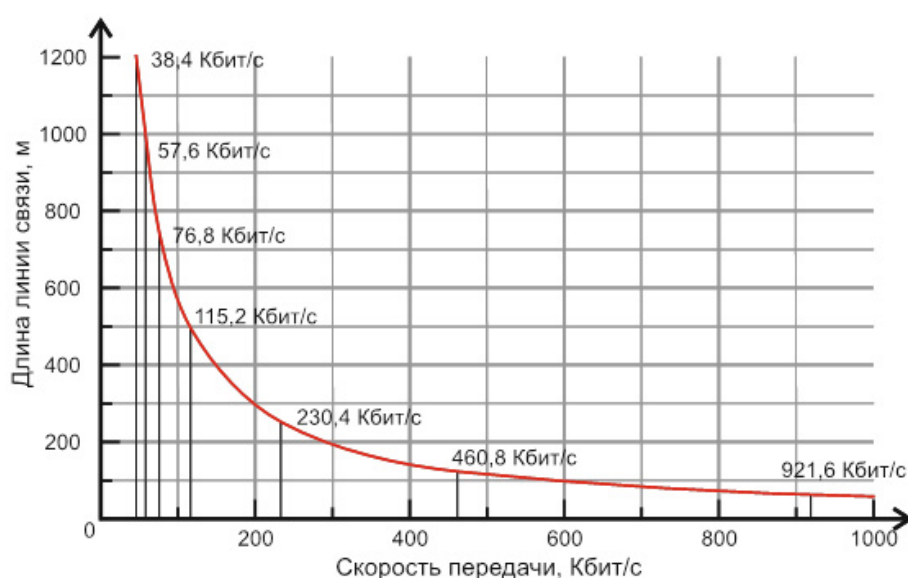


Рис. 2. Зависимость скорости обмена данными от длины линии по интерфейсу RS-485.

Интерфейс USB позволяет осуществить передачу данных на скорости до 480 Мбит/с. На практике выдается скорость примерно в два раза меньше, но данной скорости будет достаточно для передачи сигналов с датчиков. Существенным недостатком является максимальное расстояние для передачи данных (5 м).

USB (англ. Universal Serial Bus) – это универсальная последовательная шина, предназначенная для подключения периферийных устройств. Шина USB представляет собой последовательный интерфейс передачи данных для высоко-, средне- и низкоскоростных периферийных устройств. Для подключения устройств к шине применяется четырёхпроводной кабель, при этом два провода (витая пара) в дифференциальном включении используются для приёма и передачи данных, а два провода – для питания периферийных устройств.

Регламентировано два типа разъёмов:

- 1) А – на стороне контроллера или концентратора USB;
- 2) В – на стороне периферийного устройства.

Так же существуют миниатюрные разъемы mini-USB и micro-USB для применения в переносных и мобильных устройствах.

Скорость передачи данных по стандарту USB 2.0 составляет 480 Мбит/с, а максимальная длина кабеля – 5 м. На практике обеспечить пропускную способность, близкую к пиковой, не удастся, чаще скорость доходит до 240 Мбит/с. Это объясняется тем, что шина USB является полудуплексной. Для передачи используется одна витая пара и за один такт возможна передача только в одну сторону, а для двунаправленного обмена требуется 2 такта.

Технология Ethernet позволяет использовать различные среды передачи, для каждой из которой имеется стандартное название вида XBaseY, где X — скорость передачи, Мбит/с (10, 100, 1000...); Base — ключевое слово (обозначает смодулированную передачу); Y — условное обозначение среды передачи и дальности связи.

Различные версии Ethernet используют витую пару, оптический кабель и коаксиальный кабель, и дают возможность работать в дуплексном режиме, а также отличаются высокой надёжностью сетей при неисправности в кабеле (соединение точка-точка: обрыв кабеля лишает связи два узла. В коаксиале используется топология “шина”, обрыв кабеля лишает связи весь сегмент).

Таблица 2

Типы технологии Ethernet

Тип стандарта Ethernet	Скорость передачи данных	Максимальный диаметр сети
Ethernet	10 Мбит/с	2 500 м
Fast Ethernet	100 Мбит/с	200 м
Gigabit Ethernet	1000 Мбит/с	200 м
10G Ethernet	10 Гбит/с	40 км

Описанные выше интерфейсы пригодны для небольшого предприятия, которое находится в одном здании, а все оборудование располагается в одном месте на расстоянии не более 100 м от сервера. Из всех предложенных интерфейсов самыми подходящими и надёжными являются RS-485 или Ethernet.

Если рассматривать не маленькое предприятие, а, например, промышленный комплекс, который занимает большую площадь, то измерительное оборудование можно расположить по периметру комплекса для замера всей территории, а также его санитарной зоны. Следовательно, для обеспечения системой мониторинга всей территории необходима большая длина линий, чем могут обеспечить выбранные интерфейсы.

Чтобы решить данную проблему целесообразно применить конвертеры интерфейсов для дальнейшей передачи данных в сервер по современной технологии GPON. Оптические системы дают возможность передавать данные на расстояние до 60 км со скоростью до 2,5 Гбит/с.

PON технологии – технологии пассивных оптических сетей (рис. 3). Между приемопередающим модулем центрального узла OLT и удаленными абонентскими узлами ONT создается полностью пассивная оптическая сеть, имеющая топологию дерева. В промежуточных узлах дерева размещаются пассивные оптические разветвители (сплиттеры) – компактные устройства, не требующие питания и обслуживания.

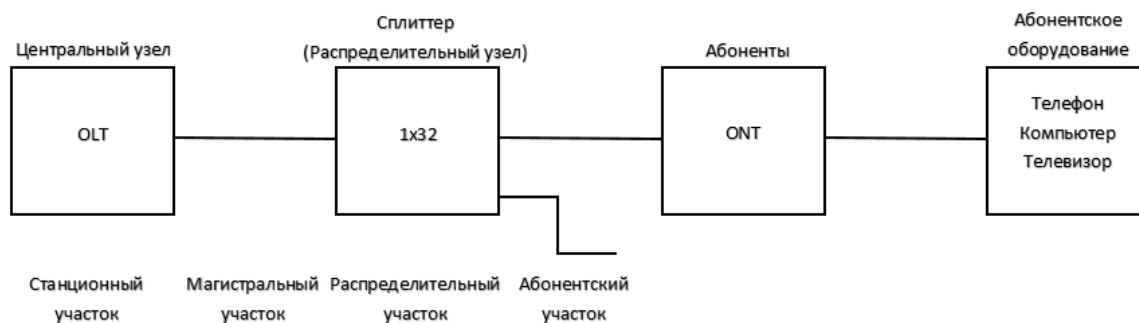


Рис. 3. Архитектура PON сети.

Для организации прямого и обратного каналов используется одно оптическое волокно, полоса пропускания которого распределяется между оконечными устройствами. Нисходящий поток от OLT к ONT идет на длине волны 1490 нм и 1550 нм для видео. Восходящие потоки от ONT идут на длине волны 1310 нм с использованием протокола множественного доступа с временным разделением (TDMA). Полоса пропускания, емкость сегмента и максимальная длина передачи в зависимости от стандарта PON указаны в таблице 3.

Таблица 3

Стандарты технологии PON

	APON	BPON	EPON (GEPON)	GPON
Стандарт	G.983	ITU G.983	IEEE 802.3ah	ITU G.984.6
Полоса пропускания для нисходящего потока	155 Мбит/с	622 Мбит/с	1,244 Гбит/с	2,488 Гбит/с
Полоса пропускания для восходящего потока	155 Мбит/с	155 Мбит/с	1,244 Гбит/с	1,244 Гбит/с
Емкость	32	32	32	64
Максимальная длина передачи, км	20	20	20	60

На рис. 4 представлена структурная схема сети передачи данных. На сервере происходит сбор результирующих данных с датчиков и последующий анализ специальным программным комплексом. Все изменения регистрируются и ведётся статистика изменений. Специальное программное обеспечение позволяет высчитывать погрешность измерений в соответствии с документацией на измерительный прибор, а также проводить сравнительный анализ данных с предельно допустимыми концентрациями.

Параллельно с помощью камер видеонаблюдения и видеорегистратора передаются данные о состоянии дорожного полотна и транспортном потоке. Так же камеры видео фиксации дают возможность определить точное направление автомобиля. Все изменения регистрируются и составляется транспортная статистика. Для отображения результирующей информации и передачи, и распределения информации в открытый доступ, предусмотрен Web-сайт в центре мониторинга, который имеет возможность в режиме реального времени предоставлять результаты анализа полученных данных.

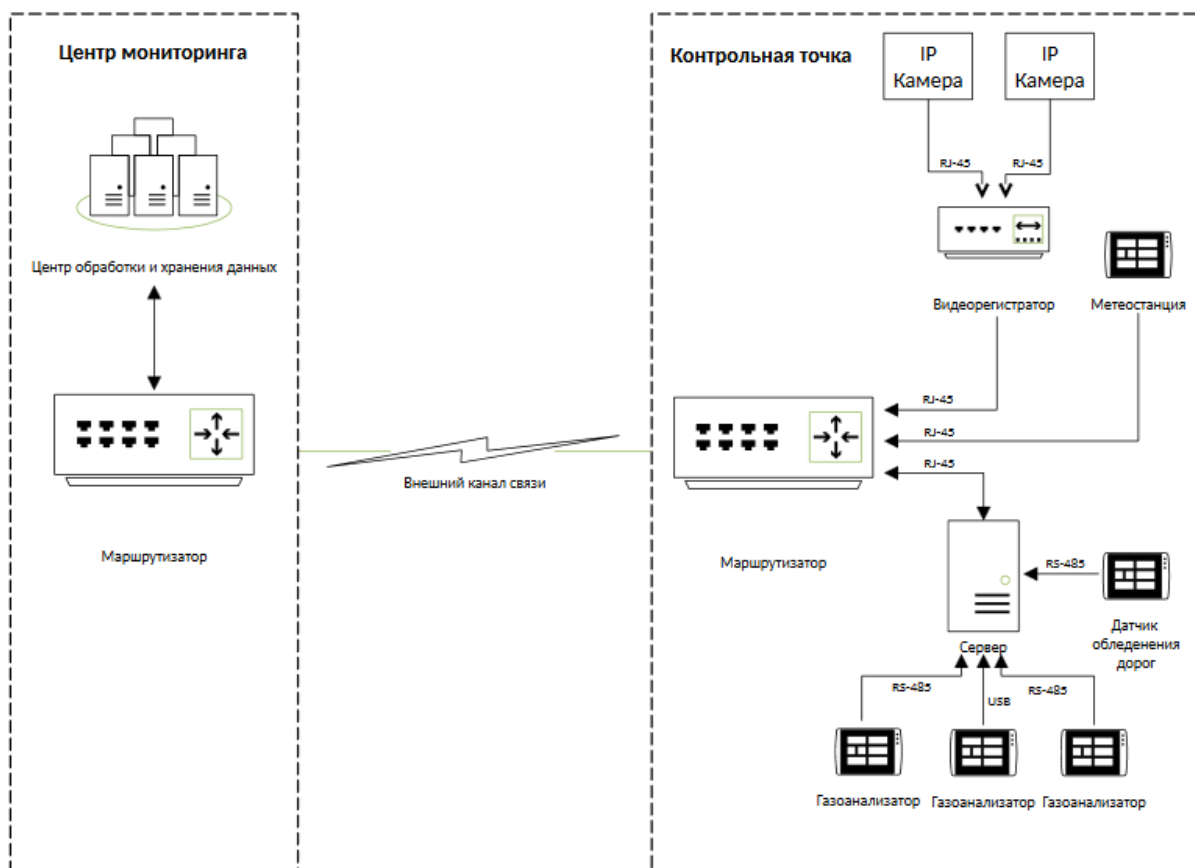


Рис. 4. Структурная схема сети передачи данных.

Существуют специальные устройства для преобразования RS-232/RS-485 в Ethernet оптику – серверы последовательных интерфейсов. Данные с устройств упаковываются в Ethernet пакеты и на другом конце распаковываются. Для того чтобы конвертировать USB в оптику необходимо первоначально преобразование в Ethernet, а затем в оптику. Следовательно, выгоднее и надежнее использовать в измерительном оборудовании интерфейс RS-232 или RS-485. Осуществлять управление возможно с помощью Telnet-консоли, Web-интерфейса, Windows утилиты или через последовательную консоль.

На рис. 5 представлена схема подключения с помощью сервера для последовательных интерфейсов.

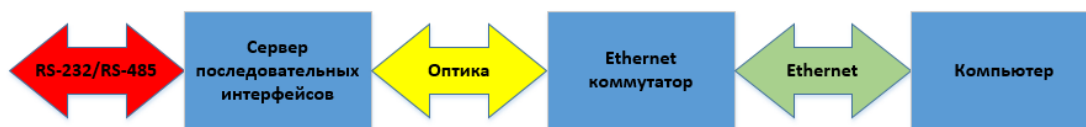


Рис. 5. Схема удлинения сети RS-232/RS-485 через оптику по сети Ethernet.

К серверу последовательных интерфейсов подключается последовательный порт и получение и передача данных на другом конце линии через «виртуальный СОМ порт» или по технологии TCP Client-Server. Благодаря функции «виртуальный СОМ порт» компьютер может обмениваться информацией с устройствами с RS-232/RS-485 так, как будто они подключены к реальному СОМ порту.

Таким образом, рассмотренные в данной работе технологии передачи данных позволяют обеспечить работоспособность универсальной системы экологического мониторинга на любом промышленном комплексе, либо на небольшом предприятии. Так как система является универсальной и гибкой, рассмотренные технологии интерфейсы позволяют расширить или сузить перечень измеряемых параметров, в соответствии с требованиями предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ от 21.07.2014 N 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ - № 30 – 2014. – пункт 4220.
2. ГОСТ 26.201.2-94. Система КАМАК. Последовательная магистраль интерфейсной системы. — Минск: Изд-во стандартов, 1995. — 75с.
3. Вегера Д.В., Писаренко В.П., Шиманчук К.А. Система экологического мониторинга для прибрежного угольного терминала. // Материалы секционных заседаний 58-й студенческой научно-практической конференции ТОГУ. Том 1. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – 1 т. - с. 249-253.
4. Вегера Д.В., Писаренко В.П., Старовойтов В.Е., Шиманчук К.А. Структура системы экологического мониторинга для прибрежного угольного терминала // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. II междунар. науч.-практ. конф. № 2(2). – Новосибирск: СибАК, 2018. – С. 9-18.
5. Вегера Д.В., Писаренко В.П., Евтушенко А.А., Шиманчук К.А. Физические аспекты применения измерительных преобразований для экологического мониторинга прибрежного угольного терминала // Физика: фундаментальные и прикладные исследования, образование: материалы XVI региональной научной конференции, Хабаровск, 1-4 октября 2018 г. / под ред. А.И. Мазура. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – с. 12-16. УДК 004.855.5