

# Многофункциональный комплекс экологического мониторинга с оптическим каналом связи

Д.И. Исаенко  
Санкт-Петербургский  
государственный  
университет  
телекоммуникаций им.  
проф. М.А. Бонч-Бруевича  
Санкт-Петербург, Россия  
isaenko-d@mail.ru

В.В. Давыдов  
Санкт-Петербургский  
политехнический  
университет Петра  
Великого  
Всероссийский научно-  
исследовательский  
институт фитопатологии  
Санкт-Петербург, Россия  
davydov\_vadim66@mail.ru

С.А. Родин  
Санкт-Петербургский  
государственный  
университет  
телекоммуникаций им.  
проф. М.А. Бонч-Бруевича  
Санкт-Петербург, Россия  
psnp.174.sut@gmail.com

Б.К. Резников  
Санкт-Петербургский  
государственный  
университет  
телекоммуникаций им.  
проф. М.А. Бонч-Бруевича  
Санкт-Петербург, Россия  
rznkff@gmail.com

**Аннотация**—В статье приводится описание разработанного многофункционального комплекса для постоянного мониторинга экологической обстановки с оптическим каналом связи. Рассмотрен принцип работы комплекса и его аппаратная часть. Предложены возможные модификации комплекса. Разработанный комплекс абсолютно модульный, что позволяет внести изменения в комплекс, для адаптации к любым требованиям.

**Ключевые слова**— Экологический мониторинг, оптический канал связи, SFP-модуль.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Некоторые новостные издания называют 2020 год – годом экологических катастроф в России. Разумеется, эти происшествия можно было бы избежать или минимизировать последствия. Для этого необходимо производить мониторинг на постоянной основе. В таком наблюдении нуждаются не только техногенно-опасные предприятия и территории, но и жилые массивы, транспортные артерии (автомобильные трассы, морские торговые пути, железнодорожные магистрали, нефте- и газопроводы). Иначе говоря, вся экосистема: вулканы, пожары, зоны подтоплений и другие стихийные бедствия [1].

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЛЕКСУ

При проектировании комплекса были введены следующие требования:

- Автономность и антивандальность. Комплекс должен работать автономно без участия человека, а также быть достаточно прочным, либо располагаться в месте, недоступном для обычного человека;
- Малые габариты;
- Малое энергопотребление;
- Возможность установки широкого набора датчиков. Поскольку специфика экологического мониторинга окружающей среды подразумевает замеры огромного количества параметров, нет экономического смысла в измерении всех параметров. Необходимо подбирать конкретные измеряемые параметры под конкретное размещение комплекса;

- Быстродействие обменом данных с центром обработки данных;
- Возможность смены способа передачи данных в зависимости от месторасположения комплекса.

## 3. СХЕМА КОМПЛЕКСА

На рисунке 1 представлена схема многофункционального комплекса экологического мониторинга с оптическим каналом связи, где Power Supply – блок питания, Transceiver – трансивер (приёмопередатчик) оптического сигнала, Sensor 1-3 – датчики, Microcontroller – микроконтроллерная плата, преобразующий данные с датчиков и передающий их на передатчик оптического сигнала.

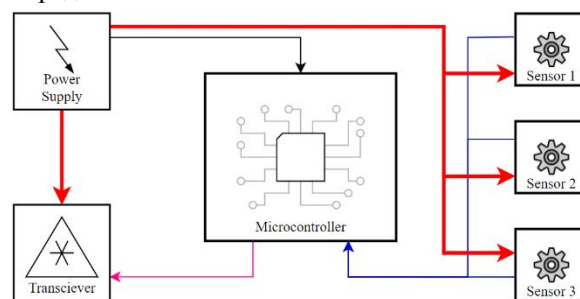


Рис. 1. Схема комплекса экологического мониторинга

## 4. СХЕМА ПИТАНИЯ

Подразумевается использование источника постоянного питания малой мощности с питанием от сети 220 В (50 Гц). В качестве примера выбран сетевой преобразователь ESP-15-5, имеющий необходимые параметры [2].

Данная модель выбрана с значительным запасом по мощности, так как нет данных о точном энергопотреблении всего комплекса мониторинга, и, в случае необходимости или наличия точных данных, возможна замена.

Однако, при размещении комплекса мониторинга в непосредственной близости к опорам линий электропередач или на самих опорах возможно организовать электропитания с сильного

электромагнитного поля. В таком случае применяется катушка индуктивности и выравнивающая напряжение схема до необходимых работе 5 В. При этом, параметры катушки индуктивности определяются индивидуально, в зависимости от мощности электромагнитного поля и энергопотребления используемых датчиков.

#### 5. МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ ПЛАТА

В качестве устройства, берущего на себя функции преобразования сигнала с датчиков и его передачу на трансивер, выступает микроконтроллерная плата Arduino Nano. Выбор данного микроконтроллера обусловлен малыми габаритами и энергопотреблением, а также большим количеством документации. При этом, представляется возможным уменьшить энергопотребление микроконтроллера с помощью уменьшения частоты или аппаратных доработок [3].

#### 6. ТРАНСИВЕР ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Сейчас наиболее популярным стандартом сменных оптических трансиверов стали SFP модули (Small Form-factor Pluggable). Они представляют собой малогабаритные конструкции в металлическом корпусе (для механической защиты и электромагнитного экранирования) с выводами для подключения к слотам активного оборудования.

Для примера был выбран оптический SFP модуль GL-OT-SF14SC1-1550-1310 компании GIGALINK.

#### 7. ДАТЧИКИ

Рынок предлагает широкий выбор различных датчиков мониторинга экологической обстановки, но стоит отметить, что конструкция комплекса мониторинга позволяет использовать практически любой вид датчиков не только для мониторинга экологической обстановки, но и, например, проводить метеорологические наблюдения.

В качестве примера будет производиться мониторинг следующих параметров:

- состояние воздуха (углекислый газ, формальдегиды, взвеси твёрдых частиц);
- направление и скорость ветра;

При необходимости список параметров, необходимых для мониторинга, можно увеличить многократно.

В качестве датчика углекислого газа CO<sub>2</sub> используется промышленный инфракрасный датчик MH-410D компании WINSEN. Принцип действия такого датчика основан на поглощении газом инфракрасного излучения. Различные газы имеют разные максимумы поглощения инфракрасного излучения, поэтому тип и концентрация газа могут быть определены через измерение и анализ кривой поглощения газом излучения [4].

Для определения широко спектра соединений формальдегида используется электрохимический датчик WINSEN ME3-CH<sub>2</sub>O. В основе данного датчика лежит электрохимический процесс окисления целевого газа на рабочем электроде внутри электролитической ячейки. Ток, производимый в электрохимической реакции целевого газа, прямо пропорционален его концентрации.

Тогда концентрация газа может быть получена путем измерения значения тока [5].

Роль сенсора взвеси твёрдых частиц выполняет датчик WINSEN ZPH02. В его основе лежит технология инфракрасного обнаружения, способная обнаружить частицы диаметром от 1 мкм [6].

Для измерения скорости ветра (анемометрии) существует множество способов, главные из которых следующие:

- термоанемометрический;
- механический – с пропеллером (точнее, импеллером) или чашечной горизонтальной крыльчаткой (классический чашечный анемометр). Измерение скорости в этих случаях эквивалентно измерению частоты вращения оси, на которой закреплена пропеллер или крыльчатка;
- ультразвуковой – объединяет измерения скорости и направления.

Для измерения направления способов меньше:

- ультразвуковой;
- механический флюгер с электронным съёмом угла поворота. Для измерения угла поворота есть также много различных способов: оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические.

В работе, для простоты, используются два отдельных механических датчика для определения скорости и направления ветра.

#### 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе разработан многофункциональный комплекс для мониторинга окружающей среды с концепцией оптического канала связи. Произведен подбор компонентов для проектируемого комплекса. Разработанная концепция может быть использована организациями, работающими в области экологической безопасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] 2020-й стал годом экологических катастроф и катаклизмов. Кто за это ответит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://66.ru/news/society/237356/> (01.01.2021).
- [2] 15W Single Output Switching Power Supply [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.meanwell.com/webapp/product/search.aspx?prod=EPS-15> (20.10.2020).
- [3] Про Ардуино и не только. Уменьшаем энергопотребление Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tsibrov.blogspot.com/2018/02/PowerConsumption.html> (25.02.2018).
- [4] Wincen Electronics. MH-410D NDIR CO<sub>2</sub> SENSOR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/co2-sensor/mh-410d.html> (01.02.2022).
- [5] Wincen Electronics. Electrochemical Gas Sensor ME3-CH<sub>2</sub>O [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/ch2o-gas-sensor/me3-ch2o.html> (01.02.2022).
- [6] Wincen Electronics. ZPH02 Particles Sensor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/dust-sensor/zph02.html> (01.02.2022).