УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ СИСТЕМ IOT ОТ КОМПАНИИ OMRON

В статье кратко рассмотрены функциональные возможности и характеристики датчиков серии 2JCIE, позволяющих измерять температуру, влажность, барометрическое давление, интенсивность света, уровень шума, ускорение, концентрацию совокупных летучих органических соединений и ультрафиолетовый индекс. Малые габариты и масса, наличие встроенного модуля Bluetooth® low energy дают возможность подключать датчики в системах IoT посредством смартфона или персонального компьютера..

В. Макаренко

UNIVERSAL SENSOR FOR ENVIRONMENTAL MONITORING FOR IOT SYSTEMS FROM OMRON

Abstract – *The article briefly describes the functionality and characteristics of the 2JCIE series sensors, which allow to measure temperature, humidity, barometric pressure, light intensity, noise level, acceleration, concentration of total volatile organic compounds and ultraviolet index.*

Small size and weight, the presence of a built-in Bluetooth® low energy module make it possible to connect sensors in IoT systems via a smartphone or personal computer.

V. Makarenko

Датчики, подключенные к системам IoT, такие как носимые устройства для контроля параметров окружающей среды, позволяют не только создавать системы контроля и управления микроклиматом в производственных и жилых помещениях, но и предупреждать людей об угрозах здоровью и безопасности человека вне помещений. Именно к такой категории и относятся многофункциональные датчики контроля параметров окружающей среды, выпускаемые компанией Omron.

Датчики OMRON – это ультракомпактные многофункциональные чувствительные устройства, позволяющие измерять: температуру, влажность, барометрическое давление, интенсивность света, уровень шума, ускорение, концентрацию совокупных летучих органических соединений (eTVOC) и другие параметры окружающей среды, а также выполнять передачу данных в облачные хранилища с помощью смартфонов или других устройств, имеющих связь с Интернетом [1].

Датчики не только формируют данные измерений, но также позволяют обнаруживать землетрясения путем обработки показаний трехосного акселерометра по оригинальному алгоритму, вычисляют уровень опасности теплового удара и формируют решения по некоторым пороговым значениям.

Они могут получать информацию с любого мобильного устройства и передавать данные на облачный сервер или хранить их во внутренней Flash-памяти. Это дает возможность использовать их в качестве регистратора измеренных данных и накапливать такую информацию для последующей обработки в случае отсутствия канала связи с облачным сервером.

Датчики выпускается в трех вариантах исполнения – мобильном (в корпусе и на печатной плате), с питанием от литиевой батареи CR2032, и в виде USB-модуля (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что параметры окружающей среды, которые позволяет измерять датчик, в первую очередь влияют на организм человека. Остановимся кратко на некоторых из них.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ ИНДЕКС

УФ-индекс – это показатель, характеризующий уровень ультрафиолетового излучения, значения которого лежат в диапазоне от 1 до 11+. При этом, чем больше значение УФ-индекса, тем выше потенциальная опасность для кожи и глаз человека, и тем меньше время, требуемое для причинения вреда здоровью.

УФ-индекс является важным средством предупреждения населения о необходимости применения солнцезащитных средств. Заметный рост заболеваемости раком кожи людей со светлой кожей во всем мире в значительной степени связывают с чрезмерным воздействием солнечного УФ-излуче-

Рис. 1. Внешний вид датчиков в различных исполнениях и измеряемые ими параметры

Рис. 2. УФ-индексы и их классификация по степени опасности для здоровья человека

ния и, что вполне вероятно, с воздействием искусственных источников излучения, например, оборудования для загара. Нынешний уровень заболеваемости указывает на то, что индивидуальные привычки людей в отношении пребывания на солнце и есть самый серьезный личный фактор риска неблагоприятных последствий от УФ-излучения.

Разработка УФ-индекса Всемирной организацией здравоохранения, Программой ООН по окружающей среде и Всемирной метеорологической организацией явилась частью предпринимаемых на международном уровне усилий. Сокращая время пребывание на солнце, можно уменьшить пагубные последствия для здоровья от чрезмерно высокого УФ-излучения и в значительной степени сократить затраты на медико-санитарную помощь.

ВОЗ рекомендует государственным органам взять на вооружение этот инструмент для просвещения населения в рамках национальных программ по укреплению здоровья и призывает такие каналы распространения информации, как туриндустрию и СМИ, сообщать прогнозы в отношении УФ-индекса, а также содействовать распространению сообщений о необходимости солнцезащитных мер.

Люди, строя планы на день и решая "в чем выйти", обычно руководствуются прогнозом погоды и особенно прогнозом температуры воздуха. Аналогично температурной шкале, УФ-индекс показывает уровень ультрафиолетового излучения и возможную опасность от воздействия солнца. Зная прогноз УФ-индекса, каждый сможет сделать выбор, способствующий сохранению здоровья. На рис. 2 приведены УФ-индексы и их классификация по степени опасности для здоровья человека, а в табл. 1 – какие меры защиты необходимо использовать для сохранения здоровья при различных значениях УФ-индекса.

Даже для людей с очень чувствительной светлой кожей риск причинения кратковременного и долговременного вреда здоровью минимален при значениях УФ-индекса ниже 2, и при нормальных обстоятельствах применение защитных средств не требуется. Если защита необходима, то она должна включать использование всех способов защиты от солнца, то есть правильную одежду, очки, кремы и навесы от солнца. К сожалению, в нашей стране сайты прогноза погоды не дают информацию об УФ-индексе.

Таблица 1. Меры защиты при различных значениях УФ-индекса

УФ-индекс	Меры защиты
1… 2	Защита не нужна. Пребывание вне помещения не представляет опасности.
3…5	Нет необходимости в существенных мерах защиты. Можно надеть солнцезащитные очки, панаму и использовать защитный крем.
6…7	Такое значение считается высоким. Для защиты рекомендовано использовать солнцезащитные очки, панаму, крем с защитой SPF 30 на непокрытых участках кожи.
8…10	Очень высокий уровень. Необходима усиленная защита. Нужно использовать доступные области с тенью для укрытия (помещения, зонтики и др.). На солнце лучше надевать широкополые шляпы, очки от солнца, легкую одежду, покрывающую ноги и руки, использовать солнцезащитный крем с SPF 30 фактором. Полуденные часы лучше пережидать внутри помещения. Вне помещения необходимо оставаться в тени.
11 и выше	УФ-индекс 11 и выше – экстремальный. Лучше не находиться на солнце. Если нет возможности переждать жару, то лучше надеть шляпу с широким полями, очки от солнца, легкую одежду, покрывающую руки и ноги, и использовать крем с SPF 50 фактором.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

VOC (Volatile Organic Compounds – концентрация летучих органических соединений). Как правило, качество воздуха оценивается по концентрации органических газообразных веществ, для которых еще используется термин совокупные летучие органические соединения (TVOC).

Летучие органические соединения, или ЛОС, означают, если не указано иное, все органические соединения антропогенного происхождения (кроме метана), способные производить фотохимические окислители в реакции с окислами азота при наличии солнечного света.

Основными источниками TVOC являются на открытом воздухе, в основном, продукты от сжигания топлива, а в помещениях, главным образом, как продукты горения угля или газа, дым от курения, отопления и приготовления пищи, газы, выделяемые строительными и отделочными материалами, мебелью, бытовой техникой и детергентами (стиральными порошками). Кроме того, существуют и собственные выбросы организма. Например, углекислый газ. Есть около тысячи видов таких веществ, которые могут оказывать вредное воздействие на организм человека.

TVOC может вызвать нарушение иммунитета организма и повлиять на некоторые функции центральной нервной системы и системы пищеварения. В результате воздействия TVOC могут возникать: легкая аллергия на коже, боль в горле, головная боль, головокружение, сонливость, стеснение в груди, усталость, потеря аппетита, тошнота и другие симптомы. Тяжелые случаи могут вызывать бронхит, аллергическую астму, пневмонию и отек легких. В тяжелых случаях функции печени и кроветворной системы могут быть нарушены, что приводит к тяжелым аллергическим реакциям.

Европейский стандарт 2004 года [2] предлагает разделять воздух в помещениях с пребыванием людей на категории качества от IDA 4 – низкое, IDA 2 и 3 – среднее, до IDA 1 – высокое. Предполагается несколько способов определения категории качества. Один из них оценивает превышение уровня CO_2, как индикатора, в воздухе помещений над наружным воздухом (табл. 2).

Как правило, считается, что нормальный, непроизводственный уровень концентрации TVOC в помещении еще недостаточен, чтобы вызвать опухоли и рак у человека. Когда концентрация TVOC составляет 3.0…25 мг/м3, может возникнуть раздражение и дискомфорт. В сочетании с другими факторами может возникать головная боль. Когда концентрация TVOC превышает 25 мг/м3, в дополнение к головной боли могут возникать другие нейротоксические эффекты.

Кроме перечисленных на рис. 1 параметров датчик формирует информацию о сейсмической активности на основании спектрального анализа данных встроенного трехосного акселерометра [3,4]. Кроме того, датчик формирует индекс дискомфорта по результатам измерения параметров и, в случае опасности возникновения теплового удара, формирует сигнал тревоги.

Таблица 2. Категории качества помещений в зависимости от содержания CO2 в воздухе

Категория помещения	Превышение уровня CO_2 в помещении над его содержанием в наружном воздухе, ppm	
	Типичный диапазон	Задаваемое значение
IDA 1	<400	350
IDA 2	400…600	500
IDA 3	600…1 000	800
IDA 4	≥1000	1 200

Наличие встроенного модуля Bluetooth® low energy (BLE) позволяет датчику подключиться к системе IoT через любое устройство, имеющее связь с интернетом (рис. 3).

Быстрое развитие систем IoT привело к разработке множества различных датчиков, позволяющих контролировать не только параметры окружающей среды, но и множество других. Однако ни одна компания не выпускает датчики, позволяющие одновременно контролировать до 8 параметров. Применение настолько универсального датчика открывает новые возможности для разработчиков систем IoT, позволяющих контролировать состояние окружающей среды в жилых зданиях, офисах, детских учреждения, на производстве и вне помещений.

А если учесть, что датчик позволяет установить, как верхний, так и нижний порог для всех измеряемых параметров, усреднять информацию, проводить сравнение на заданном интервале времени, информировать пользователя о любом обнаружении событий, то области применения такого датчика могут быть значительно расширены.

Рассмотрим, каким образом датчик формирует предупреждение о возможном тепловом ударе и формирует индекс комфорта. На рис. 4 и 5 показано, каким образом формируется эта информация. Сравнивая результаты измерений влажности и температуры, датчик формирует индекс комфорта.

Принцип действия датчика летучих органических соединений поясняет рис. 6.

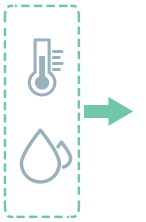
Кислород адсорбируется на поверхности оксида металла. ЛОС, находящиеся в атмосфере, реагируют с поглощенным кислородом, изменяя его поверхностную концентрацию. Изменение количества поглощенного кислорода в конечном счете увеличивает или уменьшает поверхностную проводимость, которая и является источником информации о содержании ЛОС в воздухе.

Основные характеристики датчиков 2JCIE приведены в табл. 3.

Диапазон измеряемых значений различными датчиками приведен в табл. 4.

Рис. 3. Подключение датчиков 2JCIE-BU01 и 2JCIE-BL01 к облачному хранилищу через интерфейс Bluetooth® low energy

Температура воздуха	Характеристика	Рекомендуемые меры предосторожности
Опасность (31 °C и выше)	Опасная температура для всех видов деятельности	Периодический отдых при физической нагрузке или напряженной работе
Серьезное предупреждение (28 ...31 °C)		Укрыться от прямых солнечных лучей, не допускать повышения температуры в помещении
Предупреждение (25...28 °C)	Опасная температура для занятий, которые связаны со средними и высокими физическими нагрузками	Периодический отдых при физической нагрузке или напряженной работе
Принимать меры предосторожности (ниже 25 °C)	Риск низкий, но по-прежнему сохраняется при значительных физических нагрузках	Периодический отдых при значительных физических нагрузках



Относительная влажность, %

Температура воздуха, °C	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43
38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42
37	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41
36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39
35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38
34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37
33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36
32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35
31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34
30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33
29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32
28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31
27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30
26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28
24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24

Рис. 4. Формирование предупреждения о возможном тепловом ударе по результатам измерения температуры воздуха и влажности

$$DI=0.81T+0.01H(0.99T-14.3)+46.3$$

DI – индекс дискомфорта,
T – температура, °C, H – влажность, %

Индекс дискомфорта	Характеристика
65 – 70	Комфортный
70 – 75	Нейтральный
75 – 80	Тепло
80 – 85	Некомфортно жарко (потоотделение)
85 –	Чрезвычайно жарко

Температура, °C

Влажность, %	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
0	66	67	68	68	69	70	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82
5	67	67	68	69	70	71	72	73	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84
10	67	68	69	70	71	72	73	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85
15	68	69	70	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
20	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
25	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90
30	69	70	71	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	84	85	86	87	88	89	90	91
35	70	71	72	73	74	75	77	78	79	80	81	82	84	85	86	87	88	89	91	92	93
40	70	71	73	74	75	76	77	79	80	81	82	83	85	86	87	88	90	91	92	93	94
45	71	72	73	75	76	77	78	80	81	82	83	85	86	87	88	90	91	92	93		
50	71	73	74	75	76	78	79	80	82	83	84	86	87	88	90	91	92	93			
55	72	73	75	76	77	79	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	93				
60	72	74	75	77	78	79	81	82	84	85	86	88	89	91	92	93					
65	73	74	76	77	79	80	82	83	84	86	87	89	90	92	93						
70	73	75	76	78	79	81	82	84	85	87	88	90	91	93	94						
75	74	75	77	79	80	82	83	85	86	88	89	91	93	94							
80	74	76	78	79	81	82	84	86	87	89	90	92	94								
85	75	77	78	80	82	83	85	86	88	90	91	93									
90	75	77	79	81	82	84	86	87	89	91	92	94									
95	76	78	79	81	83	85	86	88	90	92	93										
100	77	78	80	82	84	86	87	89	91	93											

Рис. 5. Формирование индекса комфорта по результатам измерения температуры воздуха и влажности

Рис. 6. Иллюстрация принципа действия датчика летучих органических соединений

Структура датчика 2JCIE-BL приведена на рис. 7.

Более подробную информацию о многофункциональных датчиках серии 2JCIE можно найти в [3, 4].

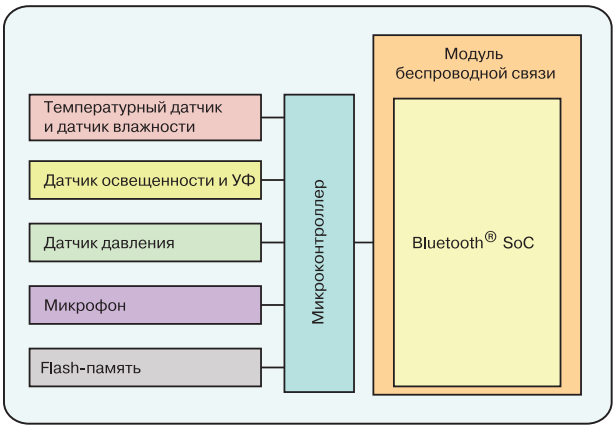


Рис. 7. Структура датчика 2JCIE-BL

Таблица 3. Основные характеристики датчиков серии 2JCIE

Параметр	2JCIE-BL01	2JCIE-BL01-P1	2JCIE-BU
Внешний вид			
Напряжение питания, В	2.7...3.3 (одна батарея CR2032)	2.7...3.3	4.75...5.25
Предельно допустимое напряжение питания, В	3.6		5.5
Датчики	Температуры, влажности, освещенности, УФ-индекса, атмосферного давления, уровня шума, (концентрации ЛОС и ускорение только 2JCIE-BU)		
Интерфейс	Bluetooth® low energy		Bluetooth® low energy, USB 2.0
Дальность связи, м	приблизительно 10		
Диапазон рабочих температур, °С	–10...60		
Предельно допустимый диапазон рабочих температур, °С	–20...70		
Диапазон измерения относительной влажности, %	30...85%		
Габаритные размеры, мм	46.0×39.0×15.0	27.2×24.0×1.0	29.1×14.9×7.0
Масса, г	16 (с батареей питания)	2.5	2.9
Срок службы батареи	Приблизительно 6 месяцев (5 минут в режиме измерений за сутки)	–	–

Таблица 4. Пределы и погрешности измерений датчиков 2JCIE

Измеряемая величина	Пределы измерений	Погрешность измерений (при Vcc = 3 В, T = 15…35 °C)
Температура	-10…60 °C	±2 °C
Относительная влажность	30…85%	±5%
Освещенность	10…2000 лк	±100 лк
УФ-индекс	0…11	не нормирована
Атмосферное давление	700…1100 гПа	±4 гПа
Уровень шума	37…89 дБ	не нормирована
Концентрация ЛОС *	0…32767 ppb (мкг/кг)	не нормирована
Ускорение *	–20…20 м/с^2	зависит от режима работы
* Только для 2JCIE-BU		

ЛИТЕРАТУРА

1. https://eu.mouser.com/pdfdocs/2jciewhitepaper.pdf.

2. Стандарт EN 13779:2004. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.

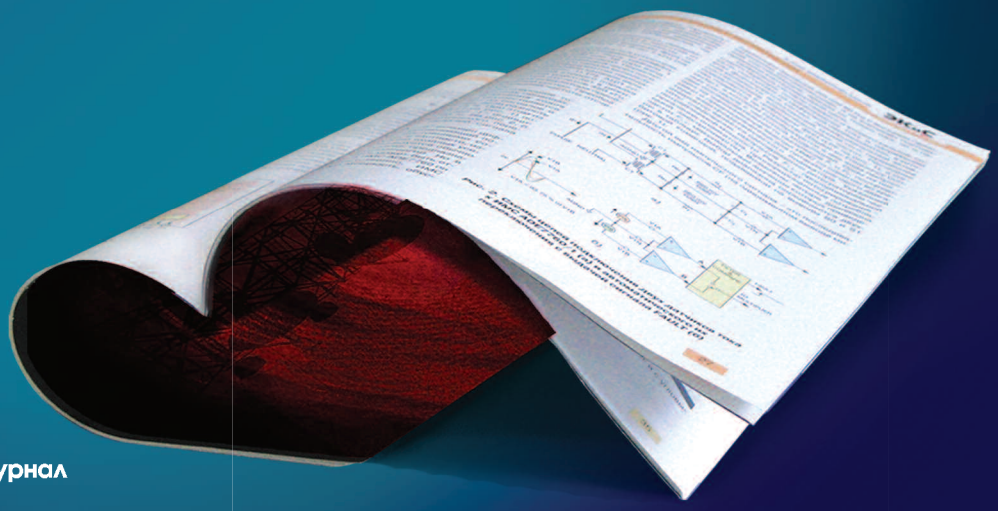
3. https://eu.mouser.com/pdfdocs/2jciecatalog.pdf.

4. https://omronfs.omron.com/en_US/ecb/products/pdf/A278-E1.pdf.

ЭКиС

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

Освещение последних событий в электронике



научно-технический журнал

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

Журнал предназначен для разработчиков и производителей электронной и электротехнической аппаратуры, средств телекоммуникаций, компьютерных и управляющих систем, промышленной и транспортной электроники. Издается с 1996 года, учредитель и издатель журнала – НПФ VD MAIS.

Оформление бесплатной подписки

Уважаемые подписчики и читатели нашего журнала!
Для оформления бесплатной подписки **на электронную версию журнала:**

- прислать по электронной почте на адрес ekis@vdmais.ua заявку с указанием:
  – Фамилии Имени Отчества
  – адреса своей электронной почты
  – названия организации, в которой Вы работаете, и города, в котором она располагается.

Подписчики журнала могут бесплатно получить любую статью из прошлогодних номеров.
Содержание журналов доступно на сайте http://www.ekis.kiev.ua/archive.php.
Для получения статьи достаточно прислать заявку по адресу ekis@vdmais.ua с указанием номера журнала и названия статьи.

В журнале:

АЦП и ЦАП /сенсоры и датчики / микропроцессоры и микроконтроллеры / устройства и ситемы связи / источники питания / измерительные приборы / системы светодиодного освещения /средства промавтоматики / шкафы и корпуса / технологическое оборудование и материалы / моделирование радиоэлектронных устройств и многое другое.

ПОДПИСКА
НЕ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ НИКОГДА

Украина, г. Киев, ул. М. Донца, 6, тел.: +38(044)-220-0101, ekis@vdmais.ua, www.ekis.kiev.ua