

Российские беспроводные системы контроля и управления освещением и микроклиматом с учётом особенностей музейных помещений

С.С. БАЕВ, С.Е. НИКОЛАЕВ, Ю.А. БАРБАР, *К.А. ТОМСКИЙ

Научно-техническое предприятие «ТКА», Санкт-Петербург

*E-mail: tka46@mail.ru

Аннотация

Системы контроля микроклимата и световой среды – относительно новый (формирующийся) в РФ высокотехнологичный сегмент рынка. Реализуемые отечественные проекты связаны с управлением микроклиматом на базе импортной техники, а интеллектуальные системы управления освещением и практически не выпускаются. Помимо этого к барьерам, препятствующим росту сегмента, относятся отсутствие стандартов (каждая компания развивает свою технологию), и неприспособленность отечественных средств измерений, внесённых в Госреестр, для работы в таких системах. Всё это является ключевым моментом в принятии решения об автоматизации.

На основе собственных разработок НТП «ТКА» изготовлены и внедрены в музейные и библиотечные помещения (при толщине стен до 1 м, большой удалённости помещений (зданий) и др. специфических условиях) системы контроля микроклимата. При этом, в частности, специфика корпусов и отдельных помещений Библиотеки Академии наук, потребовала проведения предварительных испытаний для установления проницаемости стен и дверей для беспроводной связи. В результате при разработке проекта была установлена потребность в установке дополнительно 8 промежуточных ретрансляторов (репитеров) для надёжного прохождения радиосигнала.

Целью продолжающегося исследования служит создание перестраиваемой по условиям эксплуатации, количеству датчиков, выбору контролируемых параметров и метрологическим характеристикам отечественной системы, повышающей точность метрологического контроля в музейных, библиотечных и архивных помещениях, а также в тепличных хозяйствах и объектах городской и промышлен-

ной инфраструктуры путём спектро- и радиометрического анализа световой среды и интеллектуального управления микроклиматом.

Ключевые слова: музеи, библиотеки, микроклимат, освещённость, УФ-облучённость, обработка информации, обратная связь, логгеры, контроллеры, освещение светодиодами, программное обеспечение.

Введение

Создание благоприятного микроклимата в музее сводится к следующим задачам: определение характеристик микроклимата и микроклиматических норм хранения; выбор необходимых измерительных приборов и методов замеров; обработка и анализ результатов измерений; оптимизация музейного микроклимата [1]. В музейной практике к параметрам климата принято относить не только температуру и влажность, но и параметры световой среды – облучённость в УФ области спектра и освещённость [2]. Как отмечено в монографии [3], свет для музейных экспонатов гораздо опасней тепла. Беспроводные системы контроля микроклимата не являются чем-то абсолютно новым. К примеру, аналогичные системы с начала века действуют в Государственном Русском музее (система радиомо-

нитинга компании HANWELL) [4] и других музеях РФ. Даже без учёта текущей ситуации, после принятия проекта от иностранного поставщика, в музеях республиканского уровня, возникает проблема обратной связи и поддержания, в том числе метрологического, системы мониторинга. При этом тысячи отечественных музеев не имеют таких возможностей, а необходимость в современном контроле микроклимата только растёт. Таким образом, потребность в отечественных системах контроля и управления микроклиматом (прежде всего беспроводных) является не данью технической моде, а насущной необходимостью.

Элементы системы «ТКА-Климат»

Компоненты любой системы мониторинга и системы управления микроклиматом – разные датчики, регистраторы, логгеры и прочие конечные устройства, а также ретрансляторы (репитеры) и базовая станция

При разработке мобильных регистраторов-измерителей «ТКА-ПКЛ» [5] использовалось технологическое и метрологическое обеспечение приборов (серия «ТКА-ПКМ»), выпускаемых более 30 лет и обладающих очень хорошими возможностями по присоединению разных датчиков. В зависимости от того, какой датчик подключён к его измерительному блоку, прибор может выполнять функции термогигрометра, анемометра, люксметра, яркомера и т.д. Принцип такой унификации положен и в основу разных модификаций регистратора-измерителя серии «ТКА-ПКЛ» (рис. 1).

В приборы устанавливаются модули проводной и беспроводной связи (Ethernet, Bluetooth, WiFi, радиокан-

Рис. 1. Элементы системы мониторинга микроклимата





Рис. 2. Регистратор-измеритель ТКА-ПКЛ(26)

нал), а также специальное крепление с усиленным магнитом и возможностью настенного монтажа (с учётом специфики музейных и библиотечных помещений). Выносные датчики температуры и влажности устанавливаются на приборе в защитном корпусе, конструкция которого позволяет проводить поверку (калибровку) по относительной влажности на наших эталонных зондах разного типа: с установкой измерительных зондов в выходные порты генератора типа ТКА-ГВЛ-01-1, либо полностью помещая прибор (приборы) в рабочую камеру калибратора типа ТКА-КВЛ-04-1 [6]. Для расширения возможностей применения прибора, в некоторых модификациях установлен канал измерения атмосферного давления. Дизайн прибора разработан с учётом специфики музейных и библиотечных помещений, чтобы минимально влиять на восприятие экспонатов посетителями.

Все регистраторы-измерители серии «ТКА-ПКЛ» весьма удобны в эксплуатации. Так, две модели из неё, ТКА-ПКЛ(26) и ТКА-ПКЛ(29), (рис. 2 и 3) имеют энергоёмкие источники питания, позволяющие их использование не менее года.

Значения измеренных прибором параметров обрабатываются и записываются в его внутреннюю память, которая у некоторых моделей вмещает более 500 тыс. измерений.

Регистраторы-измерители «ТКА-ПКЛ» могут использоваться как самостоятельные средства измерений, но способны выполнять и более сложный, по сравнению с обычными лог-

Рис. 3. Регистратор-измеритель ТКА-ПКЛ (29)



Рис. 4. USB-регистратор ТКА-ПКЛ (27)



Рис. 5. Регистратор данных ТКА-ПКЛ(28)



gerами, набор функций. Потребность в таких устройствах особенно велика, если на объекте сложно проложить кабель связи. К корпусу регистраторов-измерителей при необходимости крепится магнит (входящий в комплект поставки), с помощью которого логгер с лёгкостью как «монтируется» на точку измерения, так и «демонтируется» с неё. Для крепления к круглым поверхностям предусмотрены стяжки (также входящие в комплект поставки). Отметим, что крепление не всегда востребовано: с помощью такого логгера можно провести разовый замер в подконтрольном помещении, даже не прикрепляя прибор к поверхности. Вместе с тем на базе этих устройств можно строить и распределённые системы мониторинга, автоматически собирающие данные и передающие их в ПК. Автономные регистраторы ТКА-ПКЛ (26) и ТКА-ПКЛ (29) снабжены всеми функциями, позволяющими им формировать полевой уровень автоматизированной системы мониторинга, причём в таких системах поддерживается подключение к одному ПК до 253 регистраторов.

На верхний уровень системы информация попадает разными способами, в зависимости от исполнения прибора. Это может быть как беспроводная передача данных по *Wi-Fi* и радиоканалу, так и проводная – по сети *Ethernet*. Можно также снимать показания с прибора по шине *USB*. Таким образом, предусмотрены возможности для построения как проводных, так и беспроводных сетей (таблица).

Регистраторы-измерители параметров микроклимата серии «ТКА-

ПКЛ» позволяют в режиме реального времени наблюдать значения параметров микроклимата (температура, влажность, атмосферное давление, освещённость и УФ облучённость) с возможностью объединения их в систему мониторинга и получать архив данных, который можно использовать как доказательную базу для контролируемых органов. При этом поддерживаются привязка ко времени и накопление данных во внутренней энергонезависимой памяти, генерируются отчёты и имеется возможность задавать по каждому из параметров критические (аварийные) уровни, выход за пределы которых генерирует звуковой сигнал тревоги и отправку сообщения тревоги на указанную электронную почту или *SMS*-сообщение, а также допускается подключение к имеющейся у заказчика сети оповещения.

Дальность действия при передаче данных по *Wi-Fi* или радиоканалу *LoRa* определяется особенностями объекта размещения (расстояния, наличие внутренних стен, их толщина и материал, источники электромагнитных помех и т.д.) и может быть повышена за счёт установки дополнительных ретрансляторов (репитеров). Для измерительных регистраторов с радиоканалом НТП «ТКА» производит усилители сигнала (репитеры) как с автономным питанием от сменных аккумуляторов, так и с питанием от сетевого блока питания.

Особое преимущество регистраторов-измерителей «ТКА-ПКЛ» состоит в том, что в отличие от зарубежных конкурентов, наше предприятие – ведущий производитель фотометричес-

ких приборов, что обеспечивает высокое качество оптических измерений как в настоящем, так и при изменении требований к источникам излучения и средствам измерения в будущем. С учётом требований к музейному освещению для измерений освещённости установлена единица младшего разряда 0,1 лк, а также введён канал для прямых измерений облучённости в зоне УФ-А + УФ-В (280–400 нм).

Наиболее простым конструктивным решением отличается *USB*-регистратор ТКА-ПКЛ(27) (рис. 4). Это самое компактное устройство в серии, лишённое внутреннего элемента питания и энергонезависимой памяти, но при этом ТКА-ПКЛ(27) позволяет вести мониторинг измеряемых параметров на ПК, передавая информацию по шине *USB*. Регистраторы-измерители ТКА-ПКЛ(26) и ТКА-ПКЛ(29) способны измерять значения параметров только в одной точке, зато поддерживают привязку ко времени и накопление данных во внутренней энергонезависимой памяти до 8 месяцев. Данные передаются по *Wi-Fi* или шине *USB*. Первая из этих моделей, ТКА-ПКЛ(26), снабжена дисплеем, на котором в циклическом режиме отображаются значения температуры, влажности, а также – при использовании модели ТКА-ПКЛ(26) Д – давления.

С выхода регистратора данных ТКА-ПКЛ(28) информацию можно снимать с помощью *USB*-накопителя или технологии *PoE (Power over Ethernet)*, позволяющей передавать питание и информацию по одному *Ethernet*-кабелю (рис. 5). При этом питание ТКА-ПКЛ(28) осуществляется только от сети.

Методы и системы контроля микроклимата

С развитием цифровых технологий и появлением новых возможностей по мониторингу, диспетчеризации и управлению производством требования к точному наблюдению климатических параметров в разных сферах производства и хранения продукции постоянно возрастают. Поэтому в последние годы в производство, на транспорт и в быт широко внедряются системы мониторинга микроклимата. Контроля могут требовать самые разные параметры: температура, влажность, давление, освещённость,

скорость воздушного потока, концентрация разных газов в воздухе и др.

Основные элементы системы – логгеры, ретрансляторы (репитеры) и базовая станция. Встроенный в каждый датчик микропроцессор включает его через установленный из программы интервал, производит замеры, преобразует данные в цифровой сигнал и по радиоканалу передаёт на базовую станцию. Последняя регистрирует и сохраняет данные до момента их передачи на ПК, где они сохраняются в архиве и анализируются.

Опыт использовании проводных и беспроводных измерительных систем показал, что будущее развитие музейной климатологии должно основываться именно на непрерывном мониторинге параметров микроклимата в режиме реального времени. Такие системы не только осуществляют мониторинг микроклимата, но и могут иметь инструменты для его анализа. При этом в некоторых наших системах управления климатом, например, используемых в светокультуре растений, анализируемой и управляющей характеристикой служит спектр излучения источника света.

В большинстве случаев точные климатические показатели предписаны нормативными актами, а потому системы мониторинга не просто необходимы, но и являются юридической защитой предпринимателя, т.к. позволяют создавать доказательную базу для контролирующих организаций.

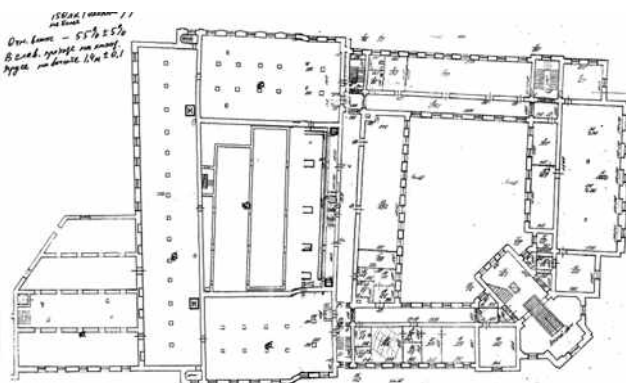
Отметим отрядный факт: в настоящее время на российском рынке лидируют отечественные производители локальных систем мониторинга, будь то мониторинг температуры, влажности, окружающего (атмосферного) давления, скорости движения воздуха или условий световой среды помещения. И хотя брендов, под которыми выпускается оборудование для дан-

ных систем, не так много (если учитывать только ту продукцию, которая изначально разработана и произведена в России), конкуренция между этими брендами достаточно жёсткая. Производители предлагают как серийные образцы, которые у большинства из них обладают сходными характеристиками, так и специфические устройства для выполнения более узкого круга задач. Так что порой один регистратор-измеритель может представляться в линейке производителя почти десятком разных модификаций: с экраном визуализации и без него, с автономным питанием, в стационарном исполнении, разного класса точности и т.д.

Внедрение системы мониторинга в Библиотеку Академии наук (БАН)

В рамках гранта Министерства науки и высшего образования РФ в форме субсидий, проект № 075–15–2020–786 «История письма европейской цивилизации» (участвуют БАН, ИРЛИ, СПБНИ, СПбФ АРАН), в результате предварительных испытаний в хранилищах библиотеки и с учётом первичных требований к системе мониторинга специалистами БАН и НТП «ТКА» было совместно решено использовать для построения системы приборы с передачей данных по радиоканалу *Lora* на частоте 433 МГц (свободная разрешённая частота), как наиболее подходящая ввиду сложности и специфики объекта размещения (рис. 6). Помещения, в которых устанавливались элементы системы, размещались в нескольких корпусах на разных этажах, толщина стен достигала 0,8–1 м. Выполняя этот сложный проект, мы в очередной раз убедились в необходимости индивидуального подхода и даже исследования межкомнатной проницаемости и дальности

Рис. 6. Планировка основного здания БАН



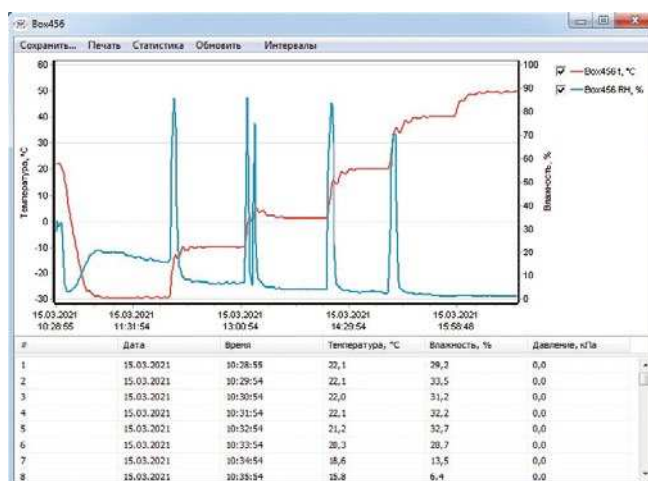
Системы, которые можно построить на автономных логгерах «ТКА-ПКЛ»

Тип системы	Тип логгера	Количество логгеров в системе	Способ передачи/отображения результатов и измерений
Беспроводная	ТКА-ПКЛ(26)	До 253	По ЖКИ, <i>USB</i> , <i>Wi-Fi</i> , радиоканалу
Стационарная	ТКА-ПКЛ(27)	–	По <i>USB</i>
Проводная	ТКА-ПКЛ(28)	До 253	По <i>USB</i> , <i>Ethernet</i>
Беспроводная	ТКА-ПКЛ(29)	До 253	По <i>USB</i> , <i>Wi-Fi</i>

Рис. 7. Главное окно на компьютере оператора

Наименование	Идентификатор	t1, °C	RH, %	P, kPa	Sat., %	Статус
Хр 20-1 (4,5 эт)	26100026	0,0	0,0	0,0	0	●
Читальный зал (4 эт)	26100033	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 23 (5 эт)	26100030	0,0	0,0	0,0	0	●
Руководный отдел (2 эт)	26100017	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 5 (2 эт)	26100018	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 11 (3 эт)	26100021	0,0	0,0	0,0	0	●
К 501 (5 эт)	26100032	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 236 (5 эт)	26100031	0,0	0,0	0,0	0	●
Руководный отдел (2 эт)	26100016	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 8 (2,5 эт)	26100020	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 14 (3,5 эт)	26100022	0,0	0,0	0,0	0	●
Руководный отдел (2 эт)	26100015	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 20-2 (4,5 эт)	26100028	0,0	0,0	0,0	0	●
Руководный отдел (2 эт)	26100014	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 5А (2 эт)	26100019	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 206-2 (4,5 эт)	26100029	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 23 (3,5 эт)	26100023	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 206-1 (4,5 эт)	26100027	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 17 (4 эт)	26100024	0,0	0,0	0,0	0	●
Хр 21 (4,5 эт)	26100025	0,0	0,0	0,0	0	●

Рис. 8. Окно с накопленными данными регистратора серии «ТКА-ПКЛ»



сти передачи данных. Кроме того, мы учли пожелания заказчика по форме представления результатов измерений. Здесь мы столкнулись не только с проблемой сохранения стен, их толщины и подключения нескольких этажей, но и со структурой принятой в Библиотеке базы данных, ИРБИС 64, и удалённостью закрытой серверной от лаборатории.

В результате система ТКА-«Мониторинг» была установлена и некоторые схемы её работы с БАН согласованы. При этом внедряемой системе во многом присущи общие отличия

особенности беспроводных систем мониторинга для музеев: беспроводное исполнение, чтобы при монтаже минимально воздействовать на помещение; работа в режиме «24/7/365»; вывод информации на рабочее место администратора (для работы необходим только браузер); возможность выводить несколько зданий музеев и музейных комплексов на один экран для удобства контроля; гибкие возможности уведомления ответственных лиц о нарушениях микроклимата; предупреждение – на экране, по электронной почте, по SMS и звонку.

Схема работы системы мониторинга микроклимата в музее

Согласно одной из схем работы системы, в точках контроля устанавливаются беспроводные датчики. Места установки могут быть скрытыми, чтобы не влиять на декор помещений. Благодаря большому радиусу действия датчиков возможно покрытие больших площадей и залов. В подсобном помещении устанавливается шкаф управления системы и приёмно-передающее устройство для сбора данных. Далее, по каналу связи GSM или по локальной сети данные передаются в облачный сервис *Anemon*. Доступ к сервису осуществляется по Интернету. При нарушениях режима ответственный персонал получает уведомления о событиях. Данные о микроклимате хранятся в сервисе *Anemon* до 5 лет включительно. Таким образом, система мониторинга микроклимата музея позволяет решать задачу мониторинга (температуры, влажности, атмосферного давления, световых параметров и др.) в помещениях и залах музеев, галерей и библиотек. Контрольные приборы (регистраторы) благодаря специально разработанному варианту креплений устанавливаются без вмешательства в декор помещений.

Как было отмечено выше, специфика зданий и отдельных помещений БАН потребовала проведения предварительных испытаний для установления проницаемости стен и дверей для беспроводной связи. В результате при разработке проекта была установлена потребность в установке дополнительно 8 промежуточных ретрансляторов (репитеров) для надёжного прохождения радиосигнала.

Программа «ТКА NET Монитор»

Программа «ТКА NET Монитор» предназначена для приёма по каналам связи (*Wi-Fi*, *Ethernet*, *RS-485*, *Lora*) результатов измерений фотометрических параметров и микроклимата от измерителей-регистраторов данных серии «ТКА-ПКЛ» и «ТКА-ПФЛ», вывода текущих показаний прибора на экран ПК и сохранения их в базе данных.

Текущие принятые данные от регистраторов отображаются в главном

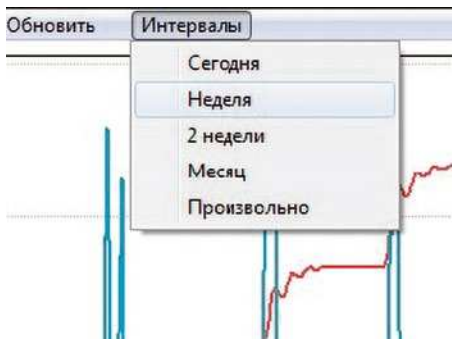


Рис. 9. Заданные интервалы (промежутки времени)

окне программы в табличном виде (рис. 7). При этом все принятые результаты измерений от приборов сохраняются в специальной базе данных. Каждая строка в таблице соответствует одному прибору, в которой отображаются присвоенное название прибора, серийный номер, текущие показания и статус. При этом поле статуса кодируется цветом: зелёный круг – нормальное состояние прибора, красный – тревога, серый – от прибора нет отклика.

Окно с накопленными данными регистратора «ТКА-ПКЛ» представлено на рис. 8 и разделено на три области. Сверху – меню из пяти пунктов («Сохранить», «Печать», «Статистика», «Обновить», «Интервалы»), а под меню – области с графической информацией и данными в табличном виде.

По умолчанию графически и таблично выводятся результаты измерений за текущий день. Чтобы посмотреть данные за другой промежуток времени, необходимо воспользоваться пунктом меню «Интервалы» (рис. 9).

Суммируя, можно отметить, что на первом этапе в БАН поставлено 20 измерителей-регистраторов с передачей данных по радиоканалу и 30 ретрансляторов радиосигнала (с запасом на будущее). На втором этапе поставлено ещё 64 измерительных прибора, в результате чего система мониторинга показателей микроклимата содержит уже значительное количество регистраторов, 84 шт., что даёт возможность организации мониторинга в комплексе зданий БАН, включая филиалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минкультуры России от 23.07.2020 г. № 827 (ред. от 24.11.2020) «Об утверждении Единых правил организации комплектования, учёта, хране-

ния и использования музейных предметов и музейных коллекций».

2. Кнорринг Г.М. Исследование воздействия разных источников света на музейные экспонаты / По заказу Государственного Эрмитажа, 1967.

3. Томсон Г. Музейный климат. – СПб: Скифия, 2005. – 288 с.

4. Оганесова Ю.Ю.. Основы превентивной консервации в музее: Методическое пособие. – СПб: Государственный Русский музей, 2021.

5. ООО «НТП «ТКА». Автономные регистраторы «ТКА-ПКЛ» // Промышленный вестник. – 2019. – № 9. – С. 22–23.

6. Барбар Ю.А., Томский К.А., Щур Д.Е., Рысков М.А. Калибратор влажности «ТКА-КВЛ-04» // Журнал «ИСУП» (Информатизация и системы управления в промышленности). – 2021. – № 3 (93). – С. 45–50.



Баев Сергей Сергеевич, инженер. Окончил в 2015 г. СПбГИ-КиТ. Начальник отдела оптики и фотометрии НТП «ТКА»



Николаев Сергей Евгеньевич, инженер. Начальник лаборатории оптики и фотометрии НТП «ТКА»



Барбар Юрий Александрович, кандидат техн. наук. Технический директор НТП «ТКА»



Томский Константин Александрович, доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1972 г. СЗПИ. Генеральный директор НТП «ТКА»

Учёные придумали, как заставить солнце очищать воду от красителей

Одни из главных загрязнителей водоёмов – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Это устойчивые органические вещества с ярко выраженными канцерогенными характеристиками, которые часто применяют в качестве промышленных красителей. Масштабы мирового производства таких красителей доходят до 450 тысяч тонн в год. Это вызывает опасения у экспертов, учитывая, что вещества данного типа часто токсичны и способны провоцировать рак и мутации.

По словам ученых Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского (АБиБ) ЮФУ, для очистки сточных вод в промышленных масштабах в последние годы многие специалисты прибегают к использованию энергии солнечного света. Преимущества такого подхода – дешевизна и легкость доступа.

Научный коллектив Южного федерального университета (ЮФУ) совместно с коллегами из Института науки и технологии цвета и Тегеранского университета (Иран) разработал новый способ очистки вод от красителей, отличающийся своей высокоэффективностью и экономичностью. В его основе – графеновые нанокатализаторы, активируемые солнечным светом.

«Наш метод очистки не уступает по эффективности разложения устойчивых загрязнителей применяемому сегодня диоксиду титана и способен нейтрализовать более 90 % объёма некоторых текстильных красителей. При этом созданная нами технология производства графеновых нанокатализаторов проста, дешёва и полностью экологична», — рассказал ведущий научный сотрудник АБиБ ЮФУ М. Мазарджи.

Специалист объяснил, что под действием солнечного света наночастицы графена образуют окислительные радикалы, которые связывают молекулы вредных химических веществ. В результате этой реакции концентрированные загрязнители превращаются в относительно безвредный углекислый газ и воду.

Новый способ очистки рассчитан на внедрение в уже существующую инфраструктуру. Технология создания нанокатализаторов предполагает окисление графена с последующей гидротермальной редукцией и кальцинацией в азотной атмосфере. Нанокатализатор можно будет использовать многократно и отправлять на повторную переработку, благодаря чему он может быть задействован, например, в ходе третичной очистки на городских очистных сооружениях.

«Сегодня уже существуют производства, ориентированные на создание графеновых материалов в огромных объёмах», — отметил Мазарджи.

Исследование, опубликованное в журнале «*Nanomaterials*».

В дальнейшем учёные планируют разработать подобную методику для очистки почв, загрязнённых ПАУ.

nanonewsnet.ru
21.09.2022