

Уважаемые читатели!

МОРОЗОВ
Олег Геннадьевич
Главный редактор

Примерно каждое десятилетие мир переживает технологическую революцию. Девяностые годы прошлого века были десятилетием персональных компьютеров и Интернета. Двухтысячные принесли нам потоковый широкополосный доступ, виртуализацию и облачные сервисы. Нынешнее десятилетие ознаменовалось бурным развитием технологий Интернета вещей, искусственного интеллекта и машинного обучения. Эти технологии обеспечили более умную, быструю, продуктивную и гибкую промышленную автоматизацию четвёртого поколения, которую сегодня принято называть Индустрией 4.0. Теперь преимущества зрелых решений Индустрии 4.0 очевидны каждому¹. Тенденции к визуализации и анализу больших данных, производственные линии, легко адаптируемые для изготовления мелкосерийных и даже штучных продуктов, создание киберфизических и промышленных экосистем – всё это в корне преобразует производство и сам стиль ведения бизнеса. Хотя Индустрия 4.0 является общей для современного промышленного производителя концепцией, но она очень разнопланова.

Четвёртый этап промышленной революции предлагает обширное применение беспроводных цифровых коммуникационных технологий, робототехники, систем сенсорики и автоматизации на различных объектах. И самым сложным «объектом» на этом пути является «Человек».

В разделе «Фотоника» опубликованы результаты исследования научных сотрудников КНИТУ-КАИ - к.т.н. Аглиуллина Т.А., Каид М.Р.Т.М. и м.т.т. Валеева Б.И. «Информационная структура, чувствительность и погрешности измерительного преобразования биосенсоров на основе комбинированных оптических волоконных структур».

До настоящего времени не предложено простых методов, позволяющих осуществлять достоверный локальный контроль динамики живой клетки, отражающий как ее временной ход, так и интенсивность ее различных метаболических, электрофизиологических и морфологических процессов в норме и патологии. В статье рассматривается задача анализа информационной структуры, чувствительности и погрешностей волоконно-оптических систем контроля параметров биологических объектов микроскопического размера, за счет перехода к применению волоконно-оптических биосенсоров, основанных на комбинированных оптических волоконных структурах, опрос которых осуществляется радиофотонными методами. На примере измерения температуры живой клетки показано, что при изменении показателя преломления сердцевины оптического волокна в диапазоне 1.4-1.5 и показателя преломления рабочей области интерферометра Фабри–Перо в диапазоне 1.0-2.2 реально достижимая чувствительность комбинированной структуры составляет от стандартных 11 пм/°С до легко реализуемых на практике 44.2 пм/°С, а при использовании специальных материалов может достигать и 237.5 пм/°С. При этом обеспечивается определение температуры с погрешностью до 0.01 °С.

В практической плоскости основным препятствием для большинства желающих приобщиться к Индустрии 4.0 производителей сегодня также является проектирование технологически развитой инфраструктуры, в которую бы вписались дорогие, но структуроопределяющие производственные системы и объекты, замена которых вряд ли возможна в ближайшее время.

¹ Широков Ю. Инструменты цифровой трансформации производства // СТА. 2020;5:50-56.

В двух статьях, размещенных также в разделе «Фотоника», таким объектом является разветвленная сеть трубопроводов тепловых и атомных электростанций. Они представляют результаты совместных исследований команды научных сотрудников КНИТУ-КАИ под руководством д.т.н. Морозова Г.А. и начальника лаборатории 3 ЦНИИ Минобороны РФ Куликова Е.В. В первой статье «Адресная волоконная брэгговская структура с волновой и фазовой компонентами как новый инструмент радиофотонных технологий» представлены методы анализа и принципы формирования адресных волоконных брэгговских структур с волновой и фазовой компонентами как нового инструмента радиофотонных технологий и сформулированы задачи для создания на их основе радиофотонных квазираспределенных адресных сенсорных систем мониторинга и технического диагностирования трубопроводов электростанций (как примера применения). По результатам анализа оптомеханики адресных волоконных брэгговских структур с волновой и фазовой компонентами предложены радиофотонные технологии их интеррогации и структура радиофотонной квазираспределенных адресной сенсорной системы определения температуры трубопровода при работе сенсоров на отражение. Даны практические рекомендации по записи исследуемых структур в волокне. Во второй статье «Радиофотонные квазираспределенных адресные сенсорные системы мониторинга и технического диагностирования состояния трубопроводов электростанций» представлены результаты разработки методов анализа и принципов построения подобных систем. Радиофотонные сенсорные технологии с использованием нового инструмента контроля основаны с одной стороны на классической регистрации изменений величин продольных и поперечных деформаций трубопровода, вызванных изменением давления и температуры в трубе, отдельными структурами, а с другой стороны – на возможности формирования интеллектуальной многосенсорной вставки в трубу в зоне опоры трубопровода, что позволяет дополнительно контролировать и ее состояние.

Технологии Индустрии 4.0 смогут автоматизировать и визуализировать работу сетей технологических установок и комплексов, что позволит управлять ими, принимая интеллектуальные решения, устраняющие влияние человеческого фактора, и в итоге обеспечит более качественные и дешёвые продукты.

Пример такого применения представлен в статье представителей Казанской школы микроволновых технологий д.т.н. Морозова Г.А., Седельникова Ю.Е., Анфиногентов В.И., Морозова О.Г. и к.т.н. Стаховой Н.Е. «Processing modes selection in low-intensity hybrid microwave technological complexes based on «quality-energy consumption» criterion». При создании СВЧ-технологического комплекса как унитарного, так и гибридного типов, исходными данными для проектировщика являются данные о параметрах электромагнитного воздействия. Целесообразно разделить эти параметры на две группы. Первая из них относится к идеализированным условиям обработки в гипотетически однородном ЭМП (или, что то же самое ЭМП элементарного объема обрабатываемого материала). Вторая группа характеризует параметры обработки в реальных условиях, в частности, неоднородность ЭМП. Разделение на эти группы обусловлено рядом причин, а также имеет ту особенность, что первые параметры определяются на этапе предпроектных исследований, а вторые – на этапе НИОКР. Следует подчеркнуть, что в большинстве случаев этап предпроектных исследований выполняют специалисты, профессионально ориентированные в области приложений (биологи, химики и т.д.), тогда как этап НИОКР – радиоинженеры. Это приводит к тому, что рекомендуемые условия обработки в лучшем случае соответствуют условиям оптимального качества обработки, т.е. определяются без учета специфики последующей реализации. Коэффициент энергопотребления и, особенно, приведенные затраты СВЧ-энергии часто остаются вне поля зрения. Нахождение указанных параметров, оптимальных с точки зрения соотношения «качество-энергопотребление», будет заложено в основу определения режима СВЧ-обработки. Статья рассматривает радиофизические технологии воздействия на биологические объекты, размещена в разделе «Киберфизические системы» и опубликована на английском языке.

В этом же разделе научные сотрудники АО «КПКБ» (Казань) во главе с генеральным директором Курбиевым И.У. представили результаты исследований, направленных на «Решение частных задач предполетного обслуживания и обеспечения безопасности полета в рамках разработки концепции «Волоконно-оптический борт»». Системы управления полетом борта в настоящее время строятся на базе двух концепций «Fly-by-wire» и «Fly-by-light». В развитие последней из указанных концепций авторами предложена концепция с рабочим названием «Волоконно-оптический борт», отличающаяся дополнительным слоем сенсоров, целевая задача которых, формирование базы данных на стадии предполетной подготовки и в ходе полета, по которым можно определить предполетные установки, структурную целостность и качество работы узлов и агрегатов борта для предотвращения аварийных ситуаций. При этом данная группа сенсоров подключается к бортовой волоконно-оптической сети передачи данных и управления и является источником информации для системы управления полетом. Следует отметить особенности этой группы сенсоров: они не являются волоконно-оптическими сенсорами, встроенными в композитные структуры фюзеляжа, которые являются предметом исследования многих авторов и организаций, а также не являются сенсорами, определяющими законы движения узлов управления полетной траектории в нормальном полете. В частности, в статье рассматриваются системы контроля веса и балансировки борта, обледенения, аномально высоких давления и температуры узлов и агрегатов, скорости движения, отсутствия засоров и попадания воздуха для рабочих жидкостей в бортовых трубопроводах. Для опроса сенсорных элементов используются радиофотонные технологии.

Беспроводные технологии связи в структуре технологий Индустрии 4.0 предполагают, что оборудование, датчики и «вещи» должны быть связаны со средой предоставления облачных услуг, контролирующей процессы и осуществляющей сбор данных для визуализации, мониторинга и управления. Две статьи, касающиеся этих аспектов, размещены в разделе «Электроника» и описывают предметную основу будущих кандидатских диссертаций их авторов.

Работа м.т.т. Александрова В.С. «Метод оценки технического состояния сенсорных систем по их электрическим шумовым характеристикам» посвящена применению метода сравнительного анализа технического состояния сенсорных систем к обработке модельных данных (смеси амплитудного-модулированного сигнала и шума) и реальных данных экспериментальных температурных датчиков. Показано, что обработка модельных данных в рамках ключевых параметров подчиняется общеизвестному закону – формуле Найквиста, при этом результаты обработки экспериментальных данных в рамках распределения ключевых параметров с ней не коррелируют. Это, на взгляд автора, связано с высокой чувствительностью метода к универсальной природе отдельно взятого измерительного устройства. Ошибка подгоночной функции при модельных и экспериментальных вычислениях не превышает 0,8%, что говорит о высокой точности получаемых результатов. Таким образом, обработка данных не вносит неконтролируемую ошибку в получаемые результаты, а предлагаемый подход может быть применим к данным без ярко выраженного тренда любой природы – как природной, так и техногенной.

В статье м.т.т. Кузнецова А.С. «Исследование эффективности алгоритма совместного приёма сигналов и оценки навигационных параметров для систем связи с подвижными объектами, функционирующих в информационном поле» проведено исследование эффективности разработанного алгоритма совместного приёма сигналов и оценки навигационных параметров для систем связи с подвижными объектами, работающих в информационном поле на основе мультимарково-полигауссовой модели. Путём компьютерного моделирования получены результаты сравнения достоверности полученных оценок квадратур сигналов и среднеквадратическое отклонение оценок координат разработанного алгоритма и моногауссового алгоритма Винерской фильтрации.