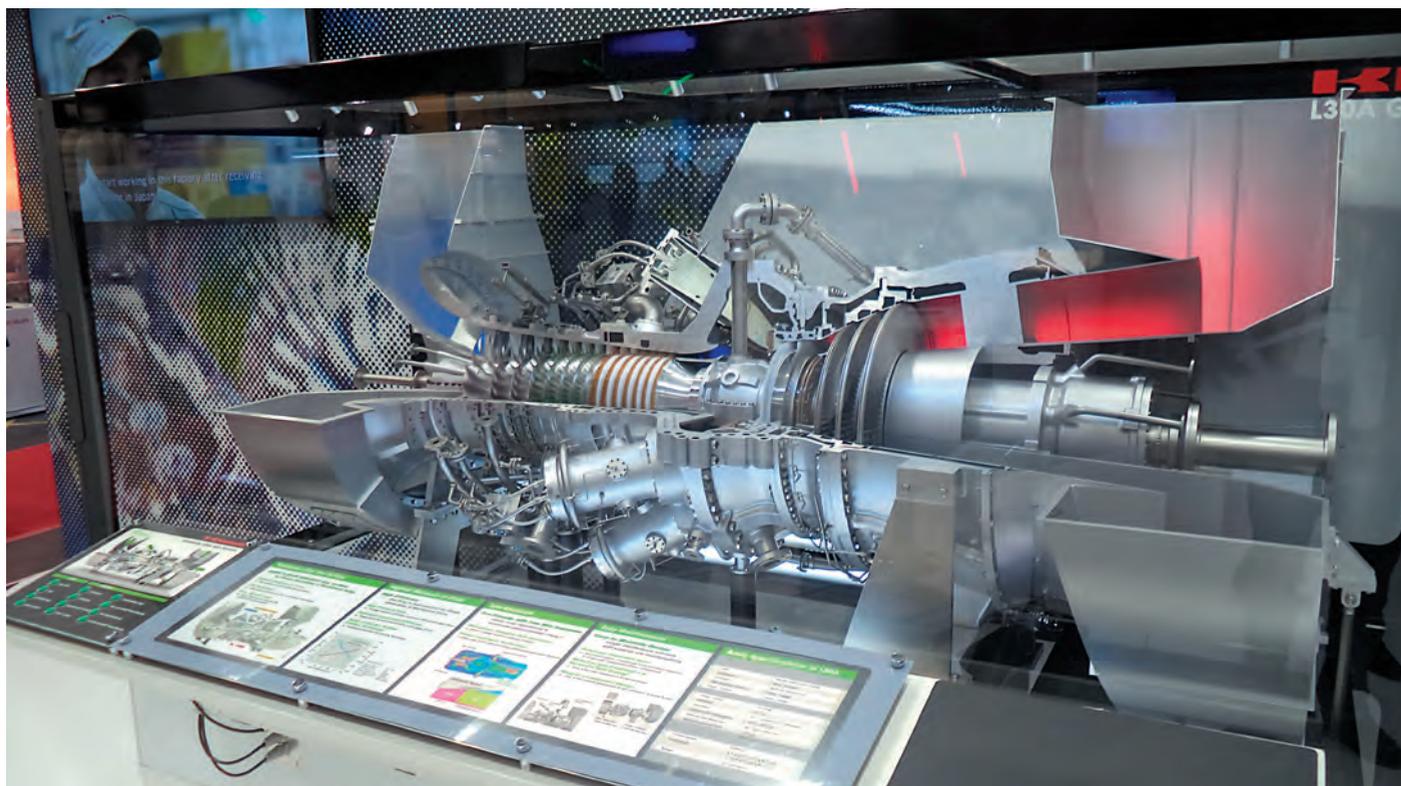


Hannover Messe 2019 — как зеркало индустриальной революции



Четвертая промышленная революция идет полным ходом и для экономически развитых стран ее достижения — уже реальность. Это убедительно демонстрирует крупнейшая мировая индустриальная выставка Hannover Messe 2019, посетить которую нам удалось благодаря приглашению компании Rittal.

Промышленность была и остается основой экономики любой успешной страны. Сколько бы ни говорили о «ведущей и направляющей» роли ИТ или важности финансового сегмента, без мощного реального сектора ни одно государство не может считаться развитым. Невозможно сегодня построить сильное государство и опираясь на АПК. Как ни крути, но промышленный комплекс в приоритете для США, ФРГ, Японии, Франции и других стран «первого мира». Но методы производства постоянно эволюционируют.

Последний по времени всплеск развития технологии — четвертая промышленная революция — произошел совсем недавно, и его последствия ощущаются прямо сейчас. Как на практике выглядит это явление — удалось увидеть воочию на крупнейшей в мире промышленной выставке **Hannover Messe**, которая в этом году проходила с 1 по 5 апреля 2019 года и где мы также побывали.

Украинский десант в Ганновере

Ганновер всегда играл заметную роль в экономической и политической жизни Европы, как минимум со времен Средневековья. В ходе Второй мировой войны город был практически полностью разрушен — уцелело не более 10% зданий, но уже в 1947 году здесь, на территории специально возведенного комплекса, прошла первая промышленная выставка Hannover Messe, которая вот уже более 70 лет привлекает производителей со всего мира. На сегодняшний день общая территория объекта составляет около 1 млн кв. м, из которых почти 500 тыс. кв. м — крытые выставочные центры (и еще около 60 тыс. кв. м демонстрационных площадок под открытым небом). В 2019 году сюда съехалось около 6,5 тыс. компаний-участников, а общее число посетителей превысило 215 тыс. Среди них была и группа из Украины в составе почти полусотни человек, приехавшая по приглашению немецкого производителя Rittal (рис. 1).



Рис. 1. Около полусотни специалистов посетили Hannover Messe 2019 по приглашению компании Rittal

Естественно, учитывая масштаб и разнообразие выставки, охватить все ее аспекты довольно проблематично. Однако нам повезло — масштабная выставочная экспозиция компании Rittal фактически охватывала все ключевые аспекты, связанные с концепцией **Industrie 4.0** в ее современном представлении. Кстати, термин неспроста написан на немецкий манер — речь идет не о теоретической абстракции, а конкретно о программе государственно-частного сотрудничества, которая реализуется в Германии. Инициатива направлена на создание полностью автоматизированных производств (например, «умных» или «цифровых» фабрик), использующих новейшие достижения четвертой промышленной революции, такие как «интернет вещей» (IoT), «искусственный интеллект», машинное обучение, блокчейн, виртуальная и дополненная реальность и т.д.

Отметим, что главным отличием «умной фабрики» от других типов автоматизации является возможность создания с помощью вышеперечисленных технологий т.н. «цифрового двойника» (digital twin) — виртуальную и предельно детализированную модель реального предприятия, благодаря наличию которой можно отслеживать все производственные процессы в режиме реального времени и оперативно вносить изменения в любые из них. Причем такая возможность должна иметься на каждом этапе жизненного цикла продукции — от разработки до поставки заказчику.

Хотя в теории все звучит достаточно перспективно, на практике реализовать эффективную «умную фабрику» на базе нынешних производственных процессов весьма непросто — серьезным препятствием здесь является необходимость обеспечения совместимости огромного количества стандартов и технологий, которые долгое время развивались независимо друг от друга. Так что на данном этапе лучшие результаты достигаются в том случае, если «умная фабрика» строится с нуля. Именно по такому пути пошла, например, компания Rittal.

ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ — ЭПОХА «УМНОГО» ПРОИЗВОДСТВА

Деление технического прогресса на эпохи весьма условно, тем не менее в истории можно выделить определенные периоды, в течение которых новые технологии развивались и, главное, внедрялись более интенсивно, чем в другое время. Эти всплески получили название «промышленных революций», поскольку в их основе лежали изменения в способах производства. Первую промышленную революцию связывают с массовым освоением паровых двигателей в 18 веке, вторую — с повсеместной электрификацией, для третьей характерно широкое использование цифровых технологий. Но четвертая открывает эпоху полностью автоматизированных производственных объектов (в данном контексте часто используются такие понятия, как «индустрия 4.0», «цифровое производство», «умная фабрика» и др.), которые вместе с тем обеспечивают выпуск максимально индивидуализированной продукции, полностью отвечающей потребностям конкретного заказчика.

Industrie 4.0 как она есть — опыт компании Rittal

Промышленная выставка в Ганновере — чрезвычайно масштабное мероприятие: компаний много, посетителей очень много, и чем-то выделиться на таком фоне достаточно сложно. Тем не менее экспозиция Rittal год за годом привлекает к себе повышенное внимание, поскольку компания всегда готова удивить чем-то инновационным. На этот раз одним из главных элементов экспозиции стала модель нового завода по производству шкафов, который с нынешнего года заработал в городе Хайгер (рис. 2). В строительство завода было инвестировано \$250 млн, а на переобучение персонала компания выделила 1 млн евро.

Его особенностью является то, что все производственные процессы здесь построены в соответствии с принципами «индустрии 4.0» — минимум ручного труда, максимальная автоматизация и глубокое взаимодействие с клиентами. Так, любой заказ на производство шкафа можно оформить онлайн. К выбору доступны как стандартные изделия, так и продукция с особыми характеристиками — шкаф может быть создан в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика. При этом



Рис. 2. Алексей Верхотуров (ТОВ «Риттал») на фоне макета нового завода Rittal, который был недавно запущен в городе Хайгер



Рис. 3. Виртуальная демонстрация принципов работы нового завода Rittal по выпуску шкафов

если речь идет о территории ФРГ, создание партии продукции — от оформления заказа до момента доставки покупателю не превышает 24 часов для стандартных изделий и 48 часов для моделей с особыми требованиями (для других стран ЕС эти сроки несколько выше).

В рамках экспозиции Rittal был представлен не только макет помещений, но также демонстрировались отдельные производственные элементы, например, робот-манипулятор, и проводилась виртуальная демонстрация принципов работы объекта (рис. 3).

Все составляющие завода интегрированы в общую цифровую среду, которая обеспечивает функционирование объекта как единого целого, благодаря чему достигаются бесперебойность производства и высокая гибкость в части возможных конфигураций выпускаемой продукции.

Мощности нового завода в Хайгере задействованы для производства распределительных шкафов AX и компактных моделей KX. В то же время, крупногабаритные распределительные шкафы VX25 выпускаются на переоборудованном заводе в Риттерсхаузене. Напомним, что шкафы VX25 впервые были представлены на прошлогодней выставке HMI 2018, как замена, пришедшая на смену модели TS8 — бестселлеру последних двадцати



лет. Да, это не ошибка, знаменитый шкаф начали выпускать в 1999 году, и до сих пор он пользуется неизменной популярностью во всем мире. Но VX25 существенно превосходит своего предшественника (рис. 4).

В этом также можно было убедиться на стенде Rittal, где данный шкаф был представлен во всех возможных ракурсах. По сравнению с TS8 для производства новой модели требуется на 25% меньше комплектующих, благодаря чему время монтажа изделия сокращается на 30%. В то же время внутри VX25 ощутимо больше места для укладки кабелей, а прочность и нагрузочная способность шкафа (до 1500 кг) как минимум не уступает аналогичным показателям TS8. Всего этого удалось добиться в т.ч. благодаря разработке нового профиля каркаса, определяющего внутреннее пространство. Но это не единственная инновация — всего на различные элементы VX25 было получено 25 патентов, а разработка модели заняла пять лет. Для VX25 также разработали улучшенную токораспределительную систему Ri4Power, которую демонстрировали в рамках общей экспозиции Rittal. Расширился и модельный ряд настенных электрораспределительных шкафов серии AX, где появились изделия глубиной до 400 мм (ранее она не превышала 350 мм). На выставке эти модели были представлены впервые, они позиционируются в



Рис. 4. Новый крупногабаритный распределительный шкаф VX25 пришел на смену TS8 — бестселлеру последних двух десятилетий



Рис. 5. Электротехнический шкаф Rittal, оснащенный кондиционером



Рис. 6. Киберфизическая система управления производством с помощью технологий виртуальной и дополненной реальности на стенде компании Rittal

качестве замены компактным шкафам SM и AE (их выпуск, кстати, начался более 50 лет назад, первые распределительные шкафы сошли с конвейера завода в Риттерсхаузене в 1961 году).

По словам представителей Rittal, новые продукты, представленные в нынешнем и прошлом годах, появились как ответ на требования «Индустрии 4.0». Новые распределительные шкафы AX и компактные модели KX встроены в цифровые процессы, что упрощает и ускоряет сборку и установку компонентов, повышает гибкость и безопасность изделий. Новейший завод в Хайгере, где осуществляется выпуск шкафов AX и KX создан в соответствии с принципами Industry 4.0. Он сочетает высокоавтоматизированные производственные процессы с размещенным по соседству логистическим центром (GDC – Global Distribution Center), что обеспечивает бесперебойное выполнение заказов и гарантирует постоянное наличие и доступность стандартных продуктов и аксессуаров.

Кроме осмотра самостоятельных изделий, можно было ознакомиться и с комплексными разработками. Например, на стенде демонстрировались электротехнические шкафы, оснащенные небольшим кондиционером (рис. 5).

Для телеком-сектора были представлены защищенные шкафы для размещения оборудования связи, оснащенные, кроме прочего, энергоэффективными кондиционерами BlueE+, способными отвести до 6 кВт тепла. Благодаря использованию фирменных ноу-хау, системы BlueE+ позволяют сократить энергопотребление системы охлаждения на 50–75% по сравнению с другими решениями сравнимой холодопроизводительности.

Немало интересных разработок предназначались для направления дата-центров. Например, в рамках экспозиции производителя можно было увидеть систему мониторинга параметров окружающей среды SMC III с интеграцией технологий IoT и межрядные кондиционеры серии LCP. Но главные новинки — это комплексные системы для т.н. периферийных вычислений (Edge Computing). Такое решение представляет собой микро-ЦОД в форм-факторе шкафа, который заполнен

не только инженерным, но и вычислительным оборудованием, а также оснащен ПО, обеспечен сервисной поддержкой и т.д. Как правило — это совместные решения. Rittal в данном случае поставляет все, что касается инфраструктурных компонентов — надежный шкаф-сейф, охлаждение, систему распределения электропитания, мониторинг и т.д. Серверы и другие ИТ-компоненты предоставляет Atos, ПО — Siemens.

В числе других интересных разработок, представленных в рамках экспозиции Rittal на Hannover Messe, можно выделить автоматизированную линию для порезки и оконцевания слаботочных кабелей, а также демонстрационный стенд, на котором была развернута киберфизическая система управления производством с помощью технологий виртуальной и дополненной реальности (рис. 6).

Любой желающий мог надеть кибер-шлем и вооружившись двумя манипуляторами дистанционно управлять действиями промышленного робота — каждое движение руки трансформировалось в соответствующее действие манипулятора. Это интересное решение стало результатом совместной работы Rittal, German Edge Cloud (GEC) и Fraunhofer Fokus.

Используя очки виртуальной реальности (VR) и два контроллера VR, посетители могли манипулировать «руками» робота, при этом для дистанционной трансляции сигналов использовались радиопередатчики, связанные с базовой периферийной сетью 5G. Цель упражнения состояла в том, чтобы подключить увеличенную копию соединительного зажима проводника Rittal к сборной шине, затем вкрутить кабель в клемму и снова отсоединить его. Это повседневная задача, возникающая при изготовлении корпусов. Обратную связь пользователь получает в режиме реального времени, благодаря визуальным и акустическим сигналам.

На основе данного решения демонстрировались не просто достижения робототехники, но, не в последнюю очередь — возможности защищенной связи 5G в контексте промышленного применения. В описываемом случае мобильная радиосвязь осуществлялась на частоте 60 ГГц с помощью компактных датчиков, состоящих из базовых станций с мобильной антенной. Датчик 5G обеспечивает близкую к реальности виртуальную среду и мгновенное управление роботом.

Сетевая инфраструктура для демонстрации возможностей 5G, представленная на стенде Rittal основана на технологии Open5GCore — одной из первых глобально стандартизированных и независимых от конкретных производителей базовых сетей. Благодаря своей открытости технология может использоваться по всей Европе. Программная реализация позволяет динамически объединять сетевые функции и создавать отдельные виртуальные специализированные сети, обеспечивающие подключение необходимого числа устройств, минимальную задержку, а также высокую безопасность передачи данных.



Рис. 7. На стенде EPLAN

EPLAN и «цифровые двойники»

Отдельным пунктом программы стало посещение обширного стенда софтверной компании **EPLAN** (рис. 7), которая, как и Rittal, входит в состав Friedhelm Loh Group. Разработчик создает программные системы для организации «умного производства» и создания «цифровых двойников» сложных технических объектов.

Так, с помощью облачной платформы ePulse клиенты могут заказывать на заводах Rittal как стандартные изделия, так и формировать индивидуализированные продукты. Информация о заказах автоматически передается на производство, а затем готовое решение отправляется покупателю. В рамках платформы можно не только проверить совместимость различных электротехнических составляющих (как они будут уживаться в рамках одного распределительного шкафа),

но и заказать их установку на заводе. Для этого EPLAN предлагает доступ к постоянно обновляемой базе данных, которая на сегодняшний день содержит характеристики около 875 тыс. компонентов от 265 поставщиков. Отметим, что данная система уже содержит свыше 210 тыс. активных учетных записей, за каждой из которых стоят конкретные заказчики и проекты.

Роботы, роботы

Выше мы сказали о робототехнике на стенде Rittal, однако наличие разнотипных роботов-манипуляторов и автоматизированных производственных комплексов — характерная черта многих экспозиций Hannover Messe, по крайней мере в последние несколько лет. Нынешняя выставка продолжила тренд, и роботы, представленные в 2019 году, буквально поражали разнообразием типов и количеством выполняемых задач. Было показано

все — от миниатюрных моделей, собирающих с феноменальной скоростью электронные приборы, до огромных «щупальцев», перемещающих мотоциклы и автомобили (рис. 8).

Роботы владели пространством — они производили электронику, комплектовали посылки, сортировали мелкие детали, чистили различные поверхности, ассистировали, общались с посетителями, музицировали, играли с людьми в настольный футбол... всего и не перечислить. Такое разнообразие с одной стороны подчеркивает то, какую роль играет роботизация для концепции Industrie 4.0, а с другой — это просто красиво, осязаемо и наглядно (рис. 9).

О том, что осталось «за кадром»

Ограниченный объем печатной статьи, а также вполне конкретная тематика журнала накладывает

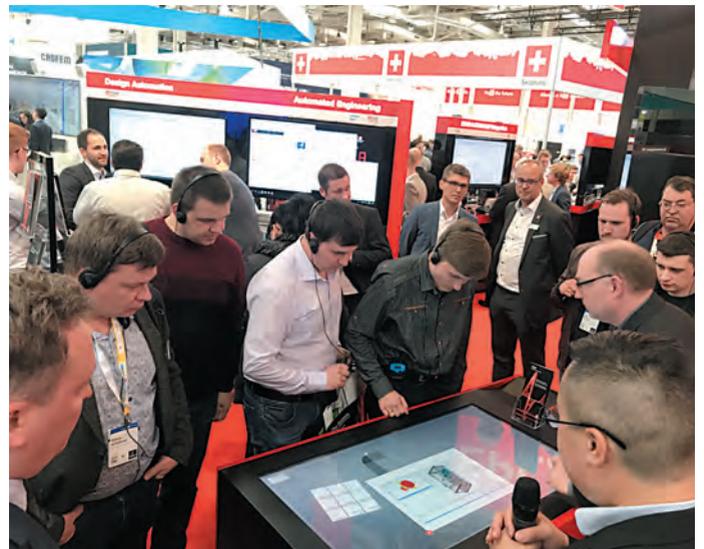


Рис. 8. Два из многих сотен разнообразных роботов-манипуляторов, представленных на выставке



Рис. 10. Фрагмент шестерни, крупный подшипник, шасси самолета Embraer — типичные экспонаты стендов, посвященных классическим промышленным решениям



Рис. 9. Роботы — это не только производство...

определенные ограничения на формат общего повествования. Поэтому многие экспозиции и целые тематические направления полностью остались за полями. Например, мы вовсе не рассматриваем огромный сегмент, связанный с классическим производственным оборудованием, а это сотни или даже тысячи стендов с различными подшипниками, шестернями, электродвигателями, датчиками, редукторами, генераторами, магнитными катушками, печатными платами, промышленными компьютерами... в общем, с миллионом изделий — от микроскопических до гигантских — которые так или иначе могут пригодиться на производстве (**рис. 10**).

Но чтобы у читателя не сложилось впечатление ограниченности выставки лишь вышеперечисленными технологиями, «пройдемся» и по другим направлениям, хотя бы в общих чертах.

Так, заметное число стендов было посвящено тематике беспилотных аппаратов — летающих, ползающих (на гусеницах), плавающих и едущих на колесах. В последнем качестве были представлены главным образом различные пассажирские электромобили и «общественный транспорт будущего» — как правило, небольшие футуристического вида вагончики на 4–8 мест для передвижения по заданному маршруту. Широкое применение нашли различные коптеры. Они не только используются в качестве подвижной камеры наблюдения, но также осуществляют, например, обследование состояния электросетей — с помощью установленного тепловизора определяют точки перегрева. Или, скажем, летают над «умными» полями, собирая данные с датчиков IoT и передавая их в пункт управления. Небольшие гусеничные дроны активно работают в качестве дистанционно управляемых машин-разведчиков для решения задач военных или спасательных служб.



Рис. 11. Экспериментальная БРДМ JODAA — совместный проект Бундесвера и компании Rheinmetall Defence — а также один из ее наземных дронов



Рис. 12. Фрагмент ВЭУ с вертикальной осью вращения

В этом отношении интересен экспонат, представленный на совместном стенде Бундесвера и компании Rheinmetall Defence. Речь идет об экспериментальной БРДМ (бронированная разведывательно-дозорная машина) JODAA, которая представляет собой мобильный комплекс, оснащенный всевозможными средствами наблюдения и сбора информации о тактической обстановке, включая разнообразные камеры, тепловизоры, радиоизмерительные приборы, сканеры эфира и т.д. В том числе JODAA комплектуется набором радиоуправляемых дронов — как летающих, так и наземных (**рис. 11**).

Огромная экспозиция, занимающая несколько павильонов, была объединена идеей «экологически чистой» энергетики. Здесь можно было увидеть различные решения для ВЭУ (**рис. 12**) (солнечных панелей автору найти так и не удалось, хотя, учитывая масштаб выставки, они, возможно, и были представлены).

Но главное направление — это электромобили, представленные в широком диапазоне типов и моделей. В то же время один из павильонов был отведен для демонстрации автотранспорта, работающего на водороде.



Рис. 13. Небольшой городской автобус, оснащенный водородным двигателем

И речь не просто об опытных образцах — многие компании представили популярные серийные модели, оснащенные водородными двигателями. Более того, такие машины можно было даже протестировать на специальном полигоне, который был организован на территории выставки. Отдельные компании показывали даже городские автобусы, работающие на водороде — похоже, в Европе данное направление развивается очень активно (**рис. 13**).

В числе других интересных направлений, представленных на Hannover Messe 2019, стоит упомянуть различные решения для объемной печати, системы связи 5G (главным образом в контексте комплексных решений IoT) и роботы, роботы, роботы...

Вместо эпилога

Последние несколько лет в западной прессе активно муссируется тезис о том, что в скором будущем тотальная автоматизация и роботизация производства приведет к резкому сокращению рабочих вакансий. Это, в свою очередь, вызовет социальное напряжение и приведет к осязаемому кризису во всех сферах жизни. Перспектива невеселая.

С другой стороны, в середине апреля основатель и бессменный руководитель известной китайской корпорации Alibaba Group — Джек Ма в очередной раз подчеркнул важность сверхурочного труда в жизни человека.

«Я думаю, что возможность работать с девяти утра до девяти вечера шесть дней в неделю — это благословение, которое есть не у многих», — заявил предприниматель. И эти слова лишь квинтэссенция общей национальной идеи, охватившей страну. Китайцы, похоже, не особенно верят в перспективу остаться без работы по вине машин.

Так кто же в итоге прав? Какое будущее нас ожидает — резкое увеличение рабочего дня или тотальная безработица по вине машин? Похоже, оба варианта просто являются сторонами одной медали, и один подход вовсе не исключает другого — всеобщая автоматизация, умноженная на высокопроизводительный труд многих людей, может стимулировать качественный скачок в развитии всего человечества, которому покорятся такие технологические и экономические вершины, о которых сегодня можно лишь мечтать. И тогда, возможно, четвертая промышленная революция плавно перейдет в пятую еще на нашей памяти.

Автор выражает благодарность ТОВ «Риттал» за возможность посетить мировую экспозицию промышленных технологий, а также лично Валентине Адаменко за прекрасно организованную программу пребывания на Hannover Messe 2019.

Киев — Ганновер — Киев

Игорь КИРИЛЛОВ, Сиб