

№ 12 (54) | 9.10.2019

рекламно-информационное
издание

&
ВЕДОМОСТИ

100 лет
НИУИФ

ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Я.В.САМОЙЛОВА

партнер выпуска



ХИМИЯ ДЛЯ ЖИЗНИ.

100 лет инноваций

16+

Гонка за будущим

Как развиваются инновации в России

Александра Белкина

Инновации – уже давно не просто способ конкуренции между компаниями. В условиях, когда глобальная экономика замедляется, торговые войны разгораются, а производительность труда растет все медленнее, инновации – вопрос успеха развития экономики в целом и странового лидерства, повторение космической гонки середины XX в., но уже на уровне технологий.

Надежда на бизнес

Россия в Глобальном инновационном индексе 2019 г. находится на 46-м месте (в сравнении с 2018 г. ее позиция не изменилась). Эксперты оценивали 129 стран по 80 параметрам – от числа заявок на права интеллектуальной собственности и созданных мобильных приложений до расходов на образование и количества научно-технических публикаций. Составители этого индекса – эксперты Корнельского университета (США), бизнес-школы INSEAD (Франция) и Всемирной организации интеллектуальной собственности – выделяют группу стран с низким и средним доходом, где инновационная деятельность развивается стремительно. Россия в их числе вместе с Китаем, Бразилией и Аргентиной.

Размер инвестиций в инновации – один из ключевых показателей заинтересованности страны в развитии новых технологий. Существует несколько методик подсчета, которые в абсолютных цифрах дают разные результаты, но пропорция между самыми крупными инвесторами в инновации и самыми незначительными сохраняется. Так, в рейтинге ЮНЕСКО Россия – в десятке по размеру инвестиций в НИОКР (это значительная часть всех вложений в инновации), ее вложения эксперты оценили в \$40,3 млрд по паритету покупательной способности. Но по соотношению инвестиций к ВВП Россия не входит даже в топ-15 стран – ЮНЕСКО оценивает этот уровень в 1,1% от ВВП (среднемировой показатель – 1,7%, а для Северной Америки и Западной Европы это 2,5%).

Активнее всего в технологических инвестициях в России промышленность, подсчитали специалисты Института статистики Высшей школы экономики. В инновационные разработки инвестируют 9,6% от всех промышленных компаний, 8% от всех компаний в секторе телекоммуникаций и лишь три из 100 сельскохозяйственных компаний.

Инновации по-русски

«Только изобрести что-то недостаточно, – говорил сооснователь Google Ларри Пейдж. – Тесла открыл электрическую энергию, которой сегодня пользуется каждый из нас, но не смог передать ее людям. Вам нужно сочетать обе вещи: изобретение и нацеленность на инновации, а также иметь компанию, которая коммерциализирует изобретение и дает его людям». Российские компании строго следуют этому правилу, не просто заказывая разработки профильным исследовательским институтам, но и создавая собственные R&D-центры, находя такие способы стимулирования инноваций, которые позволяют получить

Что такое инновации

Авторы Глобального инновационного индекса понимают под инновациями внедрение или существенное улучшение продукта (товара или сервиса), новый процесс, новый маркетинговый инструмент или новый метод ведения бизнеса, организации рабочего места, а также внешних связей. Это существенное расширение привычного понимания, когда инновации измерялись результатами R&D и числом патентов.

Мировые лидеры

В мире на инновации в 2017 г. потрачена рекордная сумма – \$1,7 трлн по паритету покупательной способности, подсчитал Институт статистики ЮНЕСКО (данные были опубликованы в декабре 2018 г., данных об итогах 2018 г. пока нет). Почти половина (47%) расходов на инновации в мире приходится на две страны – США и Китай, 80% – на первую десятку стран.

наибольший эффект для бизнеса и повысить его конкурентоспособность. Опрошенные «Ведомости&» компании оценили процент успешно внедренных разработок более чем в 80%.

Наиболее высокая доля инновационных товаров в сфере услуг – 14,5%, подсчитали эксперты Института статистических исследований ВШЭ. Выше и доля затрат, которую в этом секторе вкладывают в инновации, – 2,3% от общего объема проданной продукции. Для промышленности этот показатель – 6,7%, а удельный вес затрат – 1,7%.

Данные опрошенных «Ведомости&» крупных компаний свидетельствуют, что в общих затратах компаний вложения в НИОКР и инновации составляют от 2 до 7%.

Так, у «ФосАгро», одного из ведущих мировых производителей фосфатных удобрений, доля НИОКР соответствует среднеотраслевым 7–7,5% от капзатрат (38,7 млрд руб. в 2018 г.), рассказывает представитель компании. По его словам, только финансирование научных и проектно-исследовательских работ, которые выполняет входящий в структуру группы Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. профессора Я. В. Самойлова (НИУИФ), в 2018 г. превысило 1,1 млрд руб.

У «Северстали» инвестиции в разработки в 2019 г. составят \$48,1 млн, рассказал ее представитель. Это примерно 3,32% от запланированных на 2019 г. капвложений «Северстали» (\$1,45 млрд; но на этот год приходится пик пятилетней \$2,5-миллиардной программы инвестиций компании). Крупнейший мировой производитель труб – Трубная металлургическая компания (ТМК), по словам ее представителя, в создание новых продуктов и квалификационные испытания вложила \$15 млн, или 5,5% от общих капитальных затрат компании. Крупнейший производитель солнечных панелей в России «Хевел» в 2019 г. собирается вложить в НИОКР более 1,5 млрд руб. – около 2% от капзатрат, рассказывает представитель компании. Капзатраты крупнейшего российского нефтехимического холдинга «Сибур» в 2018 г. составляли 151,4 млрд руб.

Все в дом

Российские компании, как и многие их зарубежные конкуренты, предпочитают создавать собственные R&D-центры или иначе аккумулируют исследовательский потенциал внутри. Так разработки будут «прицельными», встроенными в производственный процесс и ощутимыми для финансовых показателей.

Входящий в состав «ФосАгро» НИУИФ – ведущий в мире профильный научно-исследовательский институт по удобрениям и агрохимикатам, подчеркивает представитель «ФосАгро». Плюс к нему у компании в 2019 г. появился Центр инноваций для поиска и определения перспективных направлений развития, внешних партнеров – научных и учебных организаций, акселераторов, иннопарков, рассказывает он. Центр работает над проектами создания специальных удобрений, инновационных био- и ростостимулирующих

добавок, чтобы растения могли успешно преодолевать стресс, вызванный неблагоприятными погодными условиями, патогенными организмами, недостатком минеральных веществ. Для испытаний новых систем и технологий минерального питания растений есть сеть агрополигонов.

«Динамика развития технологий в солнечной энергетике высокая, и для поддержания уровня продукции крайне важно иметь собственный научно-технический центр (НТЦ)», – объясняет решение создать свой R&D-центр представитель компании «Хевел». В 2018 г. на базе НТЦ «Хевел» развернул инжиниринговый центр, который стал заниматься созданием различных устройств, работающих на солнечных элементах, продолжает представитель: «Мы смогли разработать различные решения для водного, воздушного транспорта, зарядных систем».

По опыту «ФосАгро», продуктивная форма внедрения инноваций – создание смешанной проектной группы из представителей Центра инноваций, производственных структур компании и разработчика решения. «Это позволяет контролировать реализации инноваций от идеи до практического внедрения», – объясняет представитель компании. Комплексный подход позволяет усилить преимущества обеих сторон, подтверждает представитель ТМК: компания как использует собственные НТЦ, например РосНИТИ в Челябинске, так и привлекает экспертизу со стороны. В III квартале ТМК откроет новый R&D-центр в «Сколково», где будет работать над созданием новых трубных продуктов, проводить исследования в области металлургии, машиностроения, цифровых технологий. У «Северстали» функционирует 20 центров технического развития на всех производственных активах компании, говорит представитель компании. Направление разработок разделены на три направления: затраты, клиентский опыт и прорывные технологии. Похожего принципа придерживается «Сибур»: компания разделяет инновации на три вида: внедрение уже существующих мировых технологий, организационно-управленческие изменения и создание собственных технологий.

Повышение операционной эффективности достигается за счет внедрения автоматизированных систем управления, искусственного интеллекта, разработок в сфере интернета вещей. Применение искусственного интеллекта в промышленности позволяет повысить эффективность технологических процессов на 5–10%.

Так, например, «Сибур» на Тобольской промышленной площадке (перерабатывает углеводородное сырье в полимеры, здесь же строится комплекс «Запсибнефтехим») внедряет систему дополненной реальности, чтобы уменьшить сроки выполнения ремонтов, рассказывал порталу HeadHunter Валерий Черепанов, руководитель направления «Индустрия 4.0» в «Сибуре». В целом за последние четыре года реализовано более 50 оптимизирующих производств решений, выработанных с помощью НИОКР, говорит представитель холдинга.

Организация дистанционного управления бурением в подземных рудниках «ФосАгро» в Мурманской области (здесь компания производит свое основное сырье – свободный от вредных примесей апатитовый концентрат, основу фосфорсодержащих удобрений) позволила повысить производительность буровых установок на 20% за счет снижения междуспусов и повышения безо-

пасности горных работ. Вскоре «ФосАгро» готова начать эксплуатацию беспилотных самосвалов на карьерах, что значительно повысит производительность труда: техника может работать при любой погоде, в условиях высокой загазованности и проч. Лишь некоторые проекты, реализуемые при участии НИУИФ, позволят «ФосАгро» получить дополнительный денежный поток до \$500 млн в течение 6–10 лет, рассказал представитель компании.

Успешно внедренные собственные разработки компаний повышают их конкурентоспособность. Так, одна из значимых разработок позволила «Хевелу» снизить себестоимость солнечных элементов на 20%. За счет этого российская продукция смогла конкурировать не только с европейскими, но и с азиатскими производителями, рассказал представитель компании. Разработка «Сибура» – российский 2-этилгексилакрилат (используется для повышения влагостойкости краски, устойчивости к воздействию солнечного света и др.) – позволила заместить часть импорта в России. «Сибур» стал пятой компанией в мире после BASF, LG Chem, Formosa, Mitsubishi Chemical, которая смогла организовать замкнутый цикл производства этого вещества, говорит его представитель.

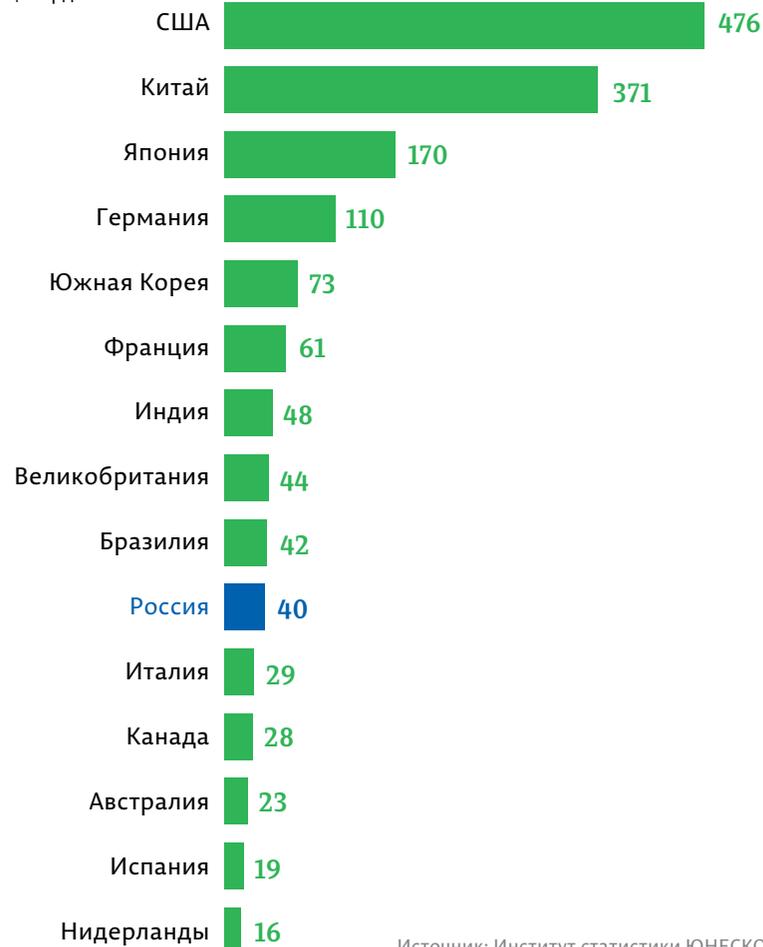
На пути к прорыву

Для компаний фокус на усовершенствование в существующей бизнес-парадигме коварен риском не заметить появления «подрывной инновации», которая похоронит всю отрасль, изменив правила конкуренции в ней. Теорию «подрывных инноваций» в 1997 г. выдвинул Клайтон Кристенсен. Исследователи London School of Economic в статье для июньского ревью приводят результаты своего анализа: чем сильнее ДНК инновационной технологии отличается от ДНК действующей бизнес-модели, тем быстрее она убивает отрасль в привычном виде.

Чтобы не упустить разработку, которая перевернет отрасль, высокотехнологичные компании вкладывают десятки миллиардов долларов в инновации и приобретение стартапов: южнокорейский Samsung и американская Alphabet – по \$16 млрд, китайская Huawei – \$14 млрд (всё – оценка составителей Глобального инновационного индекса на 2017 г.). Конкурентоспособность довольно трудно обеспечить только усовершенствованием локальных процессов, говорит директор по науке и образованию фонда «Сколково» Александр Фертман. Конечно, корпорации в большей степени сфокусированы на инновациях, востребованных у рынков, что не закрывает для них пути поиска прорывных технологий, отмечает он. Российские компании стараются следовать мировому тренду, повышая собственный уровень компетенций и используя

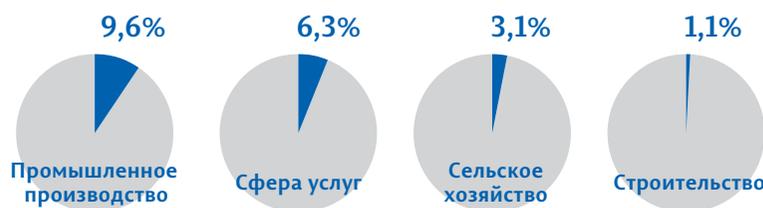
Кто сколько тратит на инновации

\$ млрд



Источник: Институт статистики ЮНЕСКО

Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инвестиции



Источник: Институт статистических исследований ВШЭ

внешние разработки. Впрочем, председатель правления «Роснано» Анатолий Чубайс в своей прошлогодней лекции в «Ельцин-центре» о развитии инноваций поделился собственным впечатлением о том, что «крупный частный бизнес не пошел в инновации» (текст выступления приводит на своем сайте «Роснано»), а единичные инвестиции – это вопрос личной заинтересованности первого лица компании.

Радикальные или взрывные инновации более эффективно исследовать через инструменты открытых инноваций – к такому

выводу пришла «Северсталь», говорит представитель компании. Для этого был создан фонд Severstal Ventures с бюджетом \$25 млн в год и создан корпоративный акселератор для проектов в металлургической отрасли.

Представитель «Сибура» рассказывает, что в области разработки существенно новых продуктов холдинг будет базироваться на сторонней экспертизе: «Потенциально прорывные технологии в нашей отрасли часто находятся не в акселераторах, а в научных организациях». Но такие крупные химические компании, как «Сибур», полностью не отдают ключевые стратегические технологии в университеты, чтобы сохранить уровень экспертизы и скорость разработок.

«ФосАгро» помимо сотрудничества с ведущими российскими профильными научными организациями работает с ЮНЕСКО и Международным союзом теоретической и прикладной химии, оказывая поддержку молодым ученым (см. статью на стр. 12–13). Компания также курирует создание новых видов удобрений, которые позволят существенно повысить урожайность, одновременно улучшая характеристики почв. А входящий в группу НИУИФ сконцентрирован на создании новых марок удобрений, в том числе узкоцелевых продуктов, рассчитанных на премиальные рынки. Институт также ответственен за модернизацию производственных мощностей, научный поиск и внедрение новых эффективных технологий в области переработки фосфатного сырья, производства фосфорной и серной кислот.

Будущее российских инноваций под вопросом

Потенциал роста ВВП России только за счет внедрения цифровых технологий к 2025 г. может достичь 3,6 трлн руб., подсчитали эксперты McKinsey. Объем ВВП России за 2018 г., по первой оценке Росстата, составил в текущих ценах 103,6 трлн руб. Но его рост замедляется. По оценке председателя Счетной палаты Алексея Кудрина, в 2019 г. он не превысит 1%.

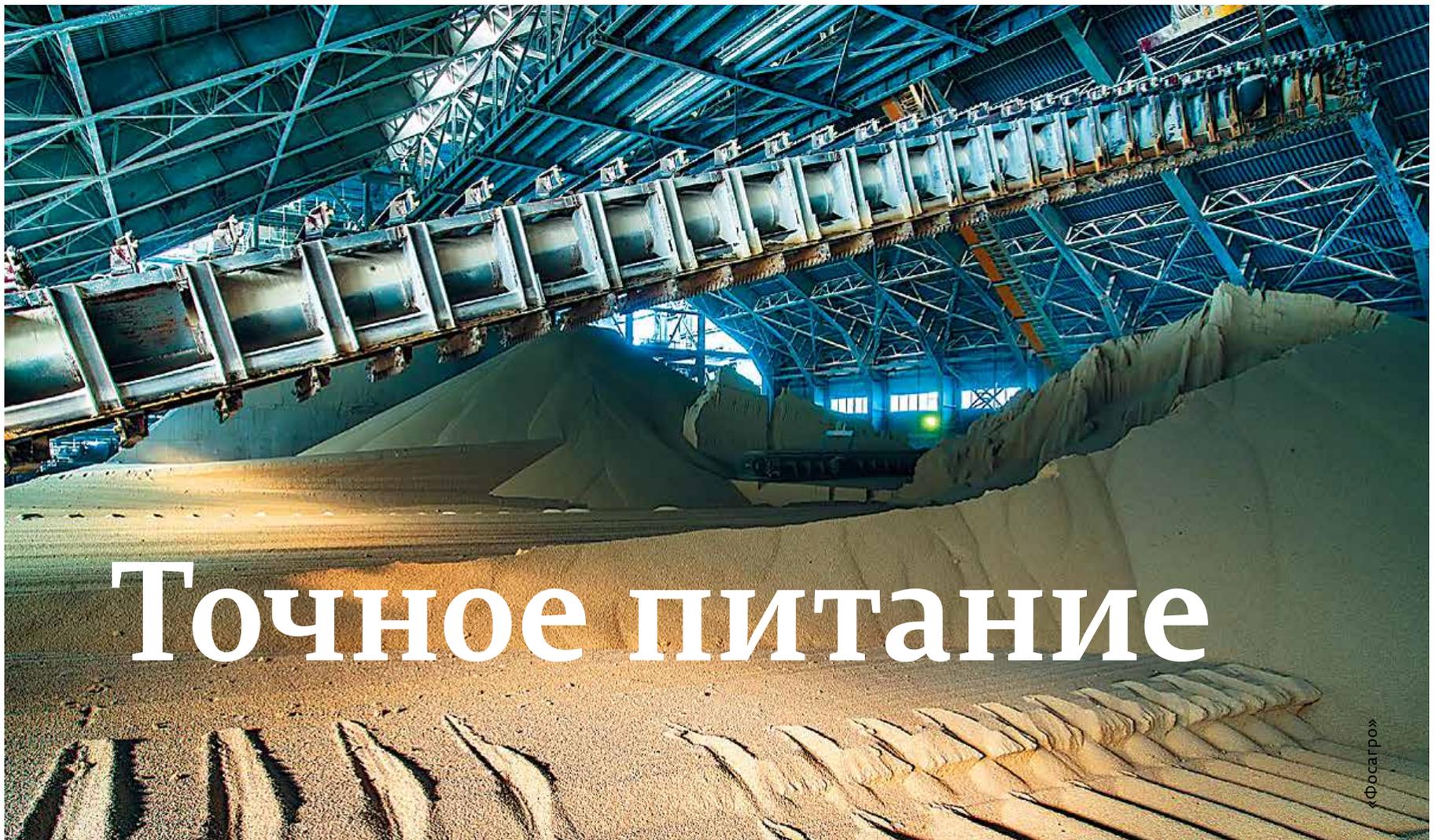
Россия – в тройке лидеров по числу занятых в науке: выше этот показатель только в Китае и США. Но пока возможный стремительный инновационный рост неочевиден. «Россия отстает от развитых и многих быстро развивающихся государств практически по всем метрикам, характеризующим эффективность использования ресурсов и степень воздействия результатов научно-технической и инновационной деятельности на экономику и общество», – прокомментировал рейтинг Института статистических исследований и экономики знаний ВШЭ.

Исправить ситуацию должен национальный проект «Наука» с бюджетом 636 млрд руб., рассчитанный до 2024 г. Три его основных направления – развитие инфраструктуры для проведения исследований и разработок (350 млрд руб.), научной и научно-производственной кооперации (215 млрд руб.) и кадрового потенциала (70,9 млрд руб.). В результате доля ученых в возрасте до 39 лет должна вырасти до 50,1% (на момент начала проекта было 43,3%), не меньше 250 крупных компаний должны быть вовлечены в создание технологий, продуктов и услуг, с участием организаций – участников научно-образовательных центров и центров компетенции национальной технологической инициативы должно быть подано не менее 1500 патентных заявок. &

Инженеров много, денег мало

Один из ключевых для ЮНЕСКО показателей инновационности экономики – число исследователей на 1 млн человек населения страны. В России, которую принято считать страной инженеров, этот показатель составляет 3094. Но по размеру инвестиций на одного исследователя и по доле расходов на НИОКР в ВВП Россия далеко за пределами первой десятки, а российские компании не входят даже в первую тысячу инвесторов в сферу НИОКР, по данным Евросоюза, отмечает директор по науке и образованию фонда «Сколково» Александр Фертман.

В стране – лидере по инвестициям в инновации, США, работает 4295 исследователей на 1 млн человек, а в Китае – 1096. На второе место по инвестициям Китай вырвался всего несколько лет назад, обогнав совокупные инвестиции Евросоюза, сумел стать инновационным лидером в секторе телекоммуникаций и онлайн-платежей. Увеличение числа людей, занятых инновационными разработками, – одна из целей Китая в гонке за лидерство с США.



Точное питание

«ФосАгро»

Как удобрения помогают прокормить растущее человечество

Александра Белкина

Производство удобрений – один из основных секторов мировой экономики, которые Всемирный экономический форум включает в список 10 индустрий, лидирующих по развитию технологий. От производителей удобрений зависит, сможет ли растущее население планеты прокормить себя, при этом не нанося значительный вред экосистеме.

Удобрения против голода

Изобретение в 1909 г. Фрицем Гарбером и Карлом Бошем процесса синтеза аммиака, который положил начало промышленному производству азотных удобрений, основатель Всемирного экономического форума Клаус Швабб включил в число ключевых событий второй промышленной революции. До тех пор аммиак производили, перерабатывая чилийскую селитру – нитрат натрия, единственное природное месторождение которого в мире находится в

Чили. Сейчас азотные удобрения – один из трех важнейших элементов питания растений – самые популярные в мире (см. инфографику на стр. 06).

В целом активное применение удобрений началось в мире в XIX в. благодаря работам немецкого ученого Юлиуса фон Либиха, который обнаружил, что для питания растений нужны азот, фосфор и калий (см. врез на стр. 05). С тех пор производство удобрений только росло, и, по оценке Международной ассоциации производителей удобрений, половина продуктов питания в мире производится благодаря применению удобрений. Все выпускаемые в мире удобрения и сырье ассоциация оценила в \$218 млрд в год.

Применение удобрений – один из ключевых элементов в будущем развитии планеты, говорится в докладе Всемирного экономического форума: растущее население нуждается в питании. По данным, которые приводит Междуна-

**9,7
млрд
человек**

Если население планеты достигнет этого количества к 2050 г., потребуются ресурсы трех планет Земля, чтобы обеспечить всех необходимыми ресурсами

Источник: ООН

родная ассоциация производителей удобрений, к 2030 г. нынешнее население планеты (7,6 млрд человек) увеличится до 8,5 млрд, а к 2050 г. – до 9,7 млрд человек. Изобретение способа синтезировать аммиак и благодаря ему производить азотные удобрения спасло от голодной смерти 2,7 млрд человек, оценивает норвежский производитель Yara (см. график). Мировое потребление удобрений выросло почти в 6 раз в период с 1961 по 2015 г. (с 32 млн до 184 млн т питательных веществ), население планеты за этот же период увеличилось с 3,1 млрд до 7,4 млрд человек.

◆ Азотные удобрения

На долю азотных удобрений в 2018 г. пришлось 56,3% всех внесенных в почву удобрений (105,7 млн т в пересчете на действующее вещество).

Почти 10% всех произведенных в мире азотных удобрений (15,4 млн т) импортируют три страны: Индия, Бразилия и США.

◆ Фосфорсодержащие удобрения

Фосфорсодержащие удобрения – вторые по объемам потребления в мире. На их долю приходится примерно 24%, или 46,3 млн т (в пересчете на действующее вещество). Крупнейшие импортеры фосфорсодержащих удобрений – Индия и Бразилия. По оценкам Международной ассоциации производителей удобрений, спрос на такие удобрения в мире продолжит расти. Цены на фосфорсодержащие удобрения, как правило, более стабильны и не демонстрируют таких ралли, как цены на азотные.

Цифра в скважине

Российские компании активно внедряют цифровые технологии не только при взаимодействии с сельхозпроизводителями, но и на производстве. Так, «ФосАгро» внедрила цифровую платформу для управления техникой на рудниках на Кольском полуострове (там производится основное сырье компании – апатитовый концентрат). Это позволило не только повысить эффективность добычных операций, но и сделать их более безопасными. Например, глубокие скважины бурятся дистанционно. Системы предиктивной аналитики позволяют более точно соблюдать производственный режим на стадии обогащения апатитового сырья и непосредственно химического производства. Усовершенствовать процесс проектирования, строительства и реконструкции объектов, а также значительно упростить согласование и контроль за проведением земляных работ «ФосАгро» помогли оцифровка бумажных планов производственных площадок и использование дронов.



Что нужно растениям

АЗОТ

*Способствует
росту
и урожайности*

Азот необходим для роста растений и абсорбируется из почвы в виде нитратов или ионов аммония. Являясь необходимой составляющей белков, азот участвует во всех этапах развития растения, синтеза белков и развития плодов. Он также входит в состав хлорофилла, играющего важную роль в фотосинтезе и развитии плодов.

ФОСФОР

*Способствует
созреванию
культур
и повышает
их качество*

Фосфор необходим для развития корневой системы и деления клеток, участвует в функционировании и обеспечении целостности мембран и ускоряет созревание. Фосфор играет ключевую роль в накоплении и передаче энергии и фотосинтезе. Многие целинные и сельскохозяйственные почвы характеризуются нехваткой фосфора. Проблемы с удержанием фосфора в почве также ограничивают его доступность для растений.

КАЛИЙ

*Повышает
устойчивость
растений
к заболеваниям
и засухе*

Калий активизирует более 60 энзимов (веществ, необходимых для синтеза белков и углеводов). Улучшает регулирование водного режима растений, повышает сопротивляемость заболеваниям, засухе и заморозкам. Калий также укрепляет стебель и корневую систему растения, улучшает вкус, текстуру и цвет плодов.



«ФосАгро»

◆ Калийные удобрения

Калийные удобрения занимают примерно 20% мирового потребления (36,1 млн т в действующем веществе). На долю шести крупнейших импортеров (Бразилия, США, Китай, Малайзия, Индонезия и Индия) приходится более половины мирового производства – 53%, или 36,6 млн т.

Новый взгляд

Благодаря резкому росту использования удобрений в 1990-е гг. Китай смог спасти 155 млн человек от голода и недоедания, писал в статье для Financial Times председатель Международной ассоциации производителей удобрений Ракеш Капур. Но увеличение внесения удобрений может нести риски. Китайский профессор Фусуо Чжан на протяжении последних 10 лет составлял карту почв Китая. Его исследования позволили установить, что в попытке повысить урожайность в Китае вносили удобрений в 1,74 раза больше, чем было необходимо почвам, и в несколько раз больше, чем требовалось овощам и фруктам. На основе этих исследований была разработана государственная стратегия, предусматривающая нулевой рост внесения удобрений к 2020 г. Капур пишет, что эта цель была достигнута уже в 2017 г. Государство не только действует как регулятор отрасли, но и берет на себя образовательную функцию, просвещая фермеров, обучая их лучшим практикам внесения удобрений. С середины 2000-х гг. замедлился рост потребления удобрений и в развитых странах Европы (Франция, Германия, Швейцария).

Соблюдение правила четырех R – the right product, the right rate, the right time, the right place (правильный продукт, правильная пропорция, правильное время, правильное место) – залог гармоничного развития отрасли по производству удобрений, считает Международная ассоциация производителей удобрений. Это позволит, не увеличивая нагрузку на экосистему, поддерживать высокую эффективность урожая.

Российский опыт

В России потребление удобрений продолжает расти опережающими темпами в сравнении с мировым потреблением благодаря развитию сельского хозяйства. За 2018 г. российские аграрии приобрели у отечественных произ-

водителей 3,1 млн т удобрений в пересчете на действующее вещество – на 3% больше, чем годом ранее.

В среднем по отрасли производства минеральных удобрений доля продаж на внутренний рынок не превышает 20%. Удовлетворив потребности внутреннего рынка, они конкурируют на глобальном и следуют его тенденциям, внедряя цифровые технологии и разрабатывая новые виды удобрений.

Так, крупнейший производитель фосфорсодержащих удобрений – «ФосАгро» (по данным Российской ассоциации производителей удобрений, основной поставщик минеральных удобрений на внутренний рынок) включила в свой ассортимент жидкие комплексные удобрения и готовится к выпуску водорастворимых удобрений. Компания перешла от отдельных видов продукции к внедрению комплексных систем минерального питания растений, включающих применение сразу нескольких видов удобрений, в том числе с биодобавками, в дозах, соответствующих индивидуальным почвенно-климатическим условиям и целевым показателям урожайности, рассказал представитель компании. Апробацию минерального питания компания «ФосАгро» проводит на многочисленных агрополигонах с разными почвенно-климатическими условиями с привлечением ведущих академических и учебных институтов сельскохозяйственного профиля. В одном из сельхозпредприятий Вологодской области компания вместе с Международным институтом питания растений провела эксперимент по интенсификации лугового производства кормов с изменением минерального питания. Выяснилось, что использование высокоточных техник применения удобрений позволяет добиться роста урожайности на 30%, увеличить содержание протеина более чем на 50% и увеличения числа урожаев с трех до четырех в год, рассказывает представитель компании.

Входящий в «ФосАгро» Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсекто-фунгицидам им. профессора Я. В. Самойлова, отмечающий в 2019 г. свое 100-летие, разрабатывает новые технологии получения удобрений, работает над формулами удобрений пролонгированного действия, удобрений с эффектом Slow и Controlled Release, которые способны постепенно высвобождать питательные

вещества в фазы развития растений, наиболее критичные к режиму минерального питания, рассказывает представитель компании.

«Еврохим», на долю которого приходится, по его оценкам, 2,5% мирового производства удобрений в пересчете на действующее вещество, внедряет удобрения повышенной эффективности, которые рассчитаны на замедленное высвобождение питательных веществ, чтобы повысить эффективность их усвоения.

Внесение удобрений развивается в сторону все большей спецификации под культуры и почвы, отмечает представитель «Уралкалия», одного из крупнейших в мире производителей калийных удобрений. Появление и развитие новых сфер сельскохозяйственного производства – малообъемных технологий, фертигации открытого грунта (внесение удобрений, растворенных в воде) и др. – повышают спрос на нишевые продукты, продолжает он. Продукция с высокой добавленной стоимостью все больше набирает обороты, соглашается представитель «ФосАгро». По оценкам компании, этот сегмент растет на 10–20% в год.

«Уралхим» достигает повышенной эффективности за счет совершенствования сложных составов, применения биотехнологий для создания многокомпонентных биокombинированных удобрений, рассказывает представитель компании. Обе компании – и «ФосАгро», и «Уралхим» – работают над организацией и развитием производства водорастворимых удобрений.

Новые, специализированные виды удобрений не заменят традиционные, подчеркивает представитель «ФосАгро»: их основная роль – повысить эффективность применения действующих веществ.

Цифровизация сельского хозяйства – основной тренд отрасли, соглашаются все собеседники издания «Ведомости&». «Акрон», например, тестирует новые удобрения на экспериментальных полях дочернего агрохолдинга «Плодородие» (выращивает рис, свеклу, пшеницу в Краснодарском крае, Орловской, Нижегородской и Саратовской областях), говорится в годовом отчете компании. Одна из структур «Плодородия», «Кубрис», девять лет подряд удерживает лидерство в России по урожайности риса – до 100 ц/га (средняя урожайность в 2015–2018 гг. в России – 55 ц/га), отмечает «Акрон», подчеркивая роль точного и своевременного внесения удобрений и совместных разработок с профильными научно-исследовательскими институтами – Национальным центром зерна им. П. П. Лукьяненко и Всероссийским НИИ риса.

«ФосАгро» отработывает новые агротехнологии, включая комплексные системы минерального питания растений в сотрудничестве с агрохолдингом «АгроГард». Он был основан в 2003 г. как пилотный проект для апробирования новых марок удобрений и средств защиты растений. Общая площадь сельхозугодий агрохолдинга – 155 000 га. Совместно с «ФосАгро» он организовал агрополигоны для демонстрации эффективности применения комплексных систем питания растений на основе минеральных удобрений. В результате даже в сложные с климатической точки зрения годы агрохолдинг показывает рекордную для своих регионов урожайность, а в сезоне 2017/18 г. «АгроГард» возглавил рейтинг журнала «Агроинвестор» по эффективности использования земельного банка среди всех российских агрохолдингов.

Создание цифровых карт содержания питательных элементов в почве и возможность современной сельскохозяйственной техники вносить заданное количество питательных веществ, исходя из значений, указанных в картах, позволяют аграриям перейти к точному земледелию, перечисляет представитель «Уралкалия». Компания занимается повышением уровня агрономических знаний сельхозпроизводителей с использованием площадок, демонстрирующих эффект от внесения калийных удобрений на рост и урожайность, рассказывает представитель компании.

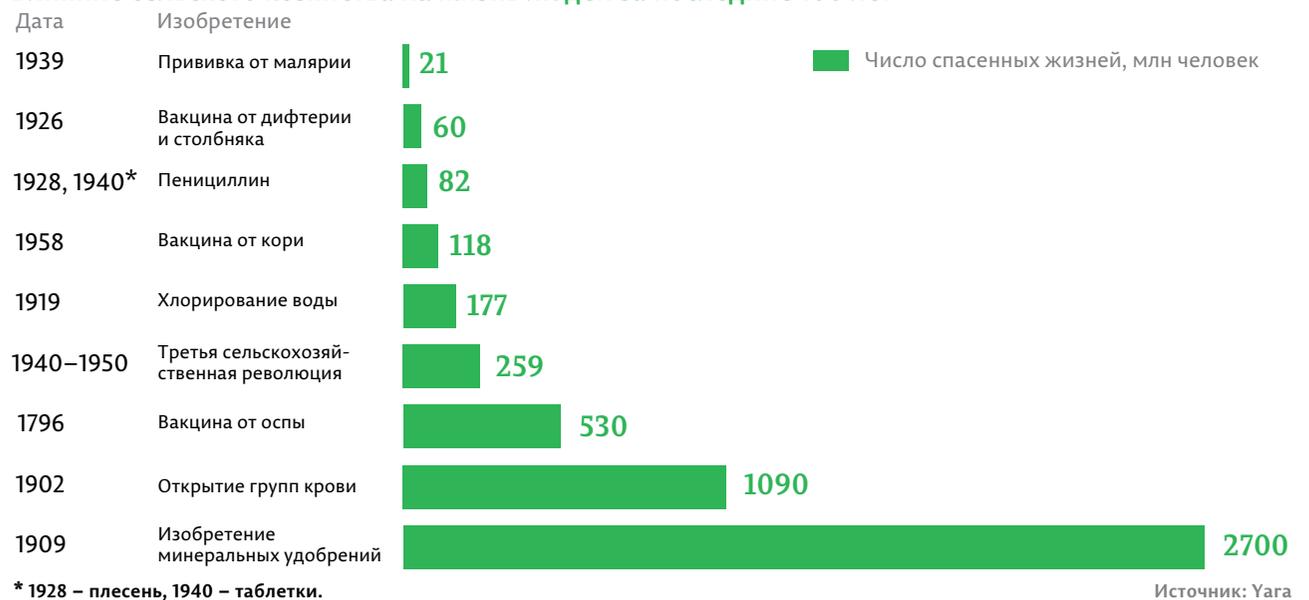
«ФосАгро» через свою сбытовую сеть «ФосАгро-Регион» не только поставляет удобрения во все аграрные регионы страны, но и запустила первую для отрасли систему отслеживания логистической цепочки минеральных удобрений, чтобы снизить издержки потребителей, и готовит к запуску систему онлайн-агросопровождения. «Цифровые технологии позволяют повысить эффективность компании, предлагают действенные инструменты повышения гибкости бизнеса и в конечном счете его конкурентоспособности», – подчеркивает представитель компании. Компании, которые осознают вектор трансформации, сохраняют лидерство на рынке. «Мы давно уже не рассматриваем «производство» как свою зону ответственности, а «внесение» – как исключительную зону ответственности условного фермера. Технологическое решение должно быть «сквозным», тогда оно гораздо более эффективно», – поддерживает представитель «Уралхима».

Удобрения нужны

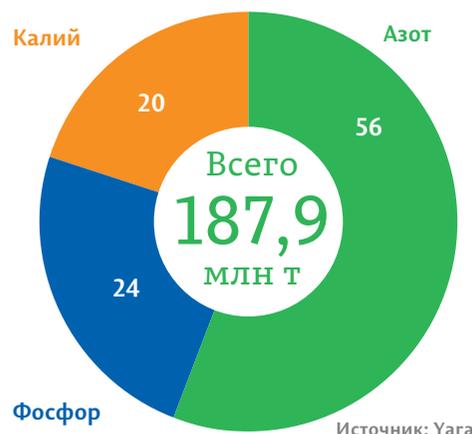
Удобрения с правильным содержанием действующих веществ, использованные в правильной пропорции в правильное время и в правильном месте, – ключевой элемент, чтобы накормить растущее население, подчеркивает Международная ассоциация производителей удобрений. Удобрения помогают сельхозпроизводителям адаптироваться к климатическим изменениям и дефициту воды, позволяют добиваться урожайности на существующих сельскохозяйственных землях. Управляя внесением питательных веществ, можно снизить выделение углекислого газа, предотвратить деградацию и опустынивание, приводит доводы ассоциация.

По ее данным, мировое потребление будет только расти, несмотря на стремление многих

Влияние сельского хозяйства на жизнь людей за последние 100 лет



Мировое потребление минеральных удобрений, 2018 г., %



стран контролировать внесение. Например, в Африке к югу от Сахары потребление удобрений составляет лишь 2% от общемирового показателя, 40% почв не хватает минеральных веществ, приводит данные ассоциация. Голод, по данным ФАО, затронул 237 млн человек в Африке к югу от Сахары. В последние годы потребление удобрений в Африке росло в среднем на 4–5% в год против среднемировых 1–2%, говорит представитель «ФосАгро». Но прирост в ближайшие пять лет оценива-

ется лишь в 5 млн т. Для сравнения: прогноз потребления на ключевых рынках «ФосАгро» (Россия, страны бывшего СССР, Латинская Америка) вдвое выше.

Тренд на более сбалансированное использование удобрений может привести в отдельных случаях к снижению потребления и в первую очередь затронет производство азотных удобрений, осторожен представитель «Уралкалия». «Снижение воздействия на окружающую среду предполагает переход на современные, более экологичные и эффективные виды удобрений, маржинальность которых в разы выше традиционных азотных или фосфорных удобрений. Таким образом, при стабилизации объема поставок в физическом весе в денежном выражении он будет расти», – отмечает представитель «Уралхима».

Удобрения нового поколения обеспечивают растения значительной частью питательных веществ. Как раз над этим направлением работают ведущие компании, пишет Всемирный экономический форум. Эта цель может быть достигнута благодаря комбинации новейших технологий: аналитики больших данных, искусственного интеллекта, различных сенсорных систем, которые определяют, сколько именно нужно удобрений, и беспилотных машин, которые могли бы вносить необходимое количество удобрений в правильное место. &

Мясо с грядки, IP для брокколи, интернет вещей для коров: какие технологии помогут накормить переполненную планету

Около 850 млн человек на Земле страдает от голода. В то же время ежегодно треть производимого продовольствия – 1,3 млрд т стоимостью \$1 трлн – просто выбрасывается на свалки. По прогнозу ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), к 2050 г. количество людей на планете вырастет на 34% и достигнет 9,7 млрд человек, в основном за счет развивающихся стран. Урбанизация будет только нарастать, и через 30 лет около 70% мирового населения будет проживать в городах (в 2007 г. численность горожан впервые превысила 50%). Для того чтобы прокормить новых людей, производство продовольствия должно вырасти, по прогнозам ФАО, не менее чем на 70%.



Такие тенденции в развитии человечества готовят новые вызовы для игроков пищевой промышленности и сельского хозяйства во всем мире. Как вырастить и произвести больше продовольствия с уменьшающимися ресурсами и не нанося планете еще больший урон, чем ей уже причинило человечество? Главным драйвером станут технологии. Уже сейчас они вызывают большой интерес не только участников отрасли, но и инвесторов. В 2018 г., по данным венчурной платформы AgFunder, инвестиции в пищевые и агротехнологические стартапы год к году выросли на 11% и составили

\$16,9 млрд. Одно из самых быстрорастущих направлений – финансирование компаний, специализирующихся на роботизации и механизации: инвестиции в стартапы с такой специализацией увеличились на 56%. Интерес инвесторов к новейшим технологическим стартапам в агроиндустрии ярко проявляется лишь в последние годы, они по-прежнему в основном вкладываются в более традиционные технологические компании. Поэтому, к примеру, только за один II квартал 2019 г. интернет-стартапы привлекли \$12 млрд, \$4,6 млрд пришлось на медицинские стартапы и \$3,1 млрд получил рынок мобильных технологий и телекоммуникаций, говорится в совместном исследовании PwC и CB Insights «MoneyTree». К 2030 г. объем рынка сельскохозяйственных технологий в целом достигнет \$700 млрд, прогнозирует AgFunder, сейчас он составляет \$135 млрд.

Марк Аверин

Разведка и минералы: как за 100 лет создать ресурсный центр для целой отрасли

Ирина Сазонова

НИУИФ – старейший в мире и единственный в России научно-исследовательский центр компетенций в области технологий переработки фосфатного сырья, сертификации минеральных удобрений и других продуктов. Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. профессора Я. В. Самойлова (АО «НИУИФ») в сентябре 2019 г. отметил 100-летие со дня основания. За эти годы он создал собственную научную школу, дал жизнь нескольким научным организациям и даже целой подотрасли – переработки фосфатного сырья и производства удобрений. Институт, по сути, положил начало взрывному росту эффективности сельского хозяйства. Сегодня научные разработки института лежат в основе технологий, которые применяют ведущие мировые производители удобрений, предприятия горнорудной и химической отраслей.

Разведка и разработка

С самого начала работы специалисты института исследовали вопросы добычи и обработки сырья, производства удобрений, их транспортировки и правильного внесения, т. е. изучали весь жизненный цикл удобрений. Институт был призван исследовать фосфориты и решить проблемы добычи фосфатного сырья для производства удобрений. Он появился в 1919 г. на базе Общественного комитета по делам удобрений по инициативе ученых Эргарда Брицке, Дмитрия Прянишникова и Якова Самойлова. В первые годы существования института в научном сообществе завязалась дискуссия о необходимости отдельного учреждения по удобрениям. Тогда основатель и первый директор НИУИФ Яков Самойлов обратился к председателю Совета народных комиссаров Владимиру Ленину с просьбой о встрече. Руководитель государства ученого поддержал, одобрил деятельность института и поверил в важность исследования и создания производств минеральных удобрений. Позже работе института помогли руководители компартии Валериан Куйбышев, Сергей Киров, Феликс Дзержинский, Серго Орджоникидзе.

Работу в институте вели не только академики – химики Семен Вольфович, Александр Несмеянов, геологи Александр Яншин и Александр Пейве, агрохимик Дмитрий Прянишников, – но и большое количество молодых ученых. Традиции подготовки кадров сохранились в институте до сих пор. «Мы воспитываем специалистов еще со студенческой скамьи. Мы институт прикладной, наши разработки идут в производство, в промышленность», – говорит изданию «Ведомости&» директор по промышленной технологии и один из самых опытных сотрудников НИУИФ Андрей Норов.

С 1933 г. институт носит имя основателя – химика Якова Самойлова. Ученик естествоиспытателя Владимира Вернадского, доктор геологии, профессор Самойлов был первым директором и руководителем горно-геоло-

гического отдела института. Самойлов был убежден в важности обеспечения производств удобрений качественным сырьем и в первые годы работы института уделял много внимания поиску и разведке месторождений: экспедиции из сотрудников института исследовали Хибинское, Егорьевское, Актюбинское, Щигровское месторождения, фосфатную базу на Кольском полуострове и фосфоритонесный бассейн Каратау. Одним из первых Самойлов предположил наличие калийных руд в тайге в районе Соликамска. Уже после смерти Самойлова, в 1926 г., там было открыто первое месторождение. Несколько лет Соликамский комбинат был единственным поставщиком калийного удобрения по всему СССР. Исследования месторождений, проведенные сотрудниками НИУИФ в 1920–1930-е гг., создали сырьевую базу для отрасли минеральных удобрений, которая остается основой промышленности в России до сих пор.

Собравший внутри себя лучших ученых-химиков, в 1930–1940-е гг. НИУИФ стал основоположником сразу нескольких научных центров, которые выросли из его отделов и лабораторий один за другим: Государственного институ-



Кирилл Поздеев,
генеральный директор НИУИФ

«После объединения научного института НИУИФ с ООО «Горно-химический инжиниринг» в 2016 г. у института широкие компетенции. Теперь силами только нашего центра можно провести изыскания, спроектировать завод с нуля до последнего болта. Это делают наши проектировщики, научная часть просчитывает необходимое аппаратное обеспечение и технологическое оснащение. В наших ближайших планах – очередной шаг в обновлении аппаратной базы. Приобретение новой техники, которая обеспечит нам реализацию инновационных подходов к проектированию. Речь идет об освоении технологии 3D-проектирования, работе с аэрофотосъемкой, новым геодезическим оборудованием, сканерами. Новая техника даст нам широкие возможности в применении новых технологических проектирования. А это, в свою очередь, означает, что на рынке исследовательских, проектных, конструкторских услуг у нас появляются существенные конкурентные преимущества. Мы создали группу VR-технологий, которая разработала «прогулки по заводам». Следующий шаг – будем делать цифровые модели, на которых в том числе будем проводить обучение персонала, принимать экзамены. Например, эти модели позволяют заглянуть через стенку котла и посмотреть, что в нем происходит. Те же самые возможности могут быть в самом широком смысле применены не только в области проектирования и создания моделей химических производств, но и в горнодобывающей и обогащательной индустрии».

**более
350
ТОМОВ**

научных трудов, 120 монографий, книг и брошюр, многие из которых стали классическими для ученых-химиков, издано за 100 лет существования НИУИФ. Институт – обладатель 54 российских и 11 евразийских патентов, многие из которых внедрены в производство

та азотной промышленности, Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д. И. Прянишникова, Государственного научно-исследовательского института горно-химического сырья. Во время войны институт организовал выпуск спецсредств – например, бутылок с зажигательной смесью и санитарных обеззараживающих препаратов. В послевоенные годы институт создал лабораторию очистки газовых выбросов и жидких стоков, а чуть позже одним из первых в мире – производство жидких комплексных удобрений в Воскресенском филиале.

В группу «ФосАгро», крупнейшего российского производителя фосфорсодержащих удобрений, НИУИФ вошел в 2002 г. В 2015 г. институт переехал из Москвы в Череповец – ближе к одному из самых крупных в мире производств минеральных удобрений – Череповецкому химическому комплексу. Вместе с институтом в Вологодскую область переехали и многие специалисты. Сегодня НИУИФ – главный в России центр по стандартизации и сертификации минеральных удобрений, кислот и сопроводению производств. Обладая 70 патентами в сфере технологий переработки фосфатов и производства удобрений институт внедряет их при проектировании самых современных производств в России, СНГ и зарубежных странах. В мире на основании разработок института построено более 80 установок по производству минеральных удобрений, фосфорной и серной кислот, промышленных солей.

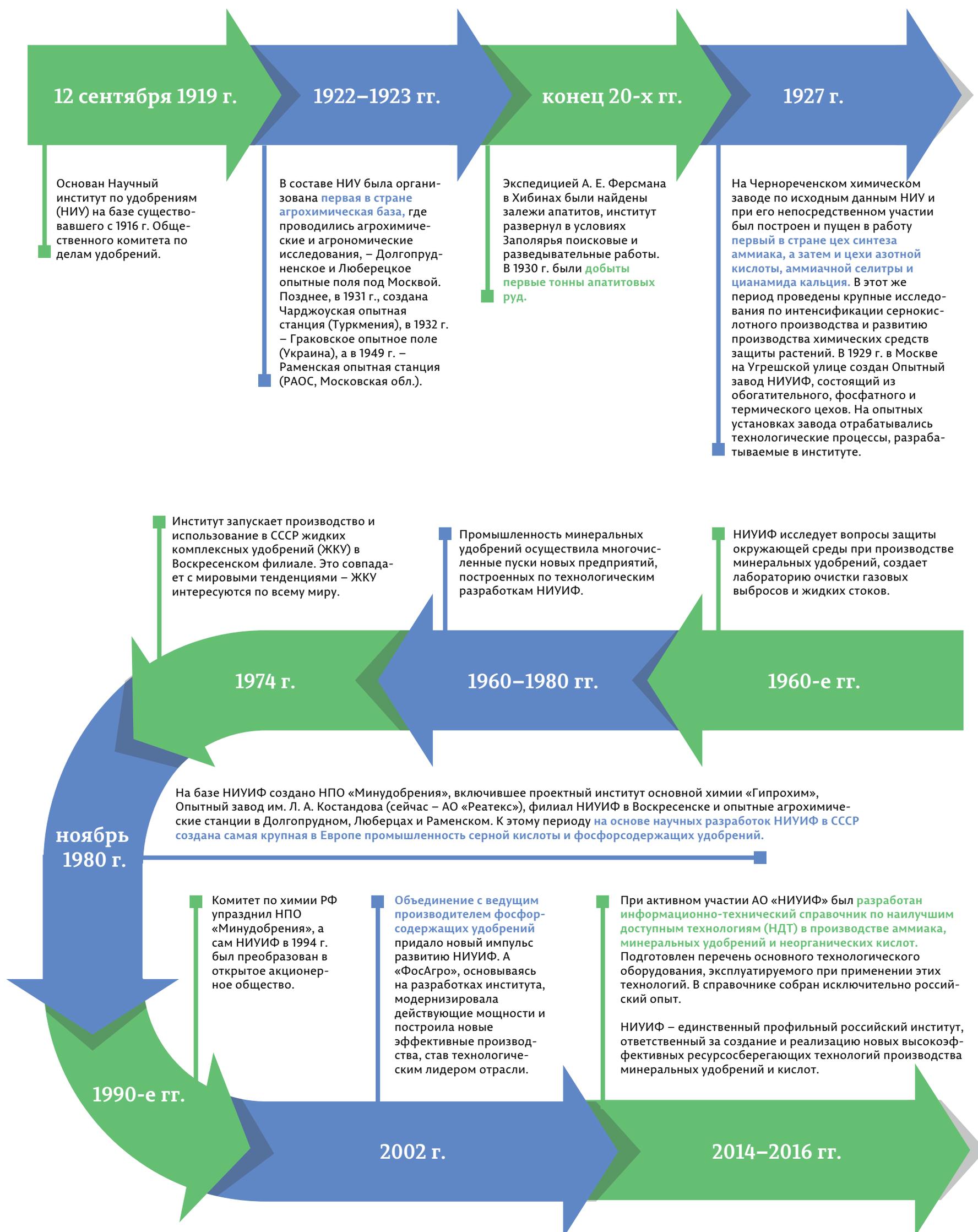
При участии НИУИФ «ФосАгро» удалось создать производство кормовых фосфатов (так называются минеральные подкормки для животных) в Балаковском филиале АО «Апатит», модернизировать и построить новые производства серной и фосфорных кислот в Череповце и Балакове, перевести предприятия на самообеспечение электроэнергией, построить аммиакопровод между предприятиями в Череповце.

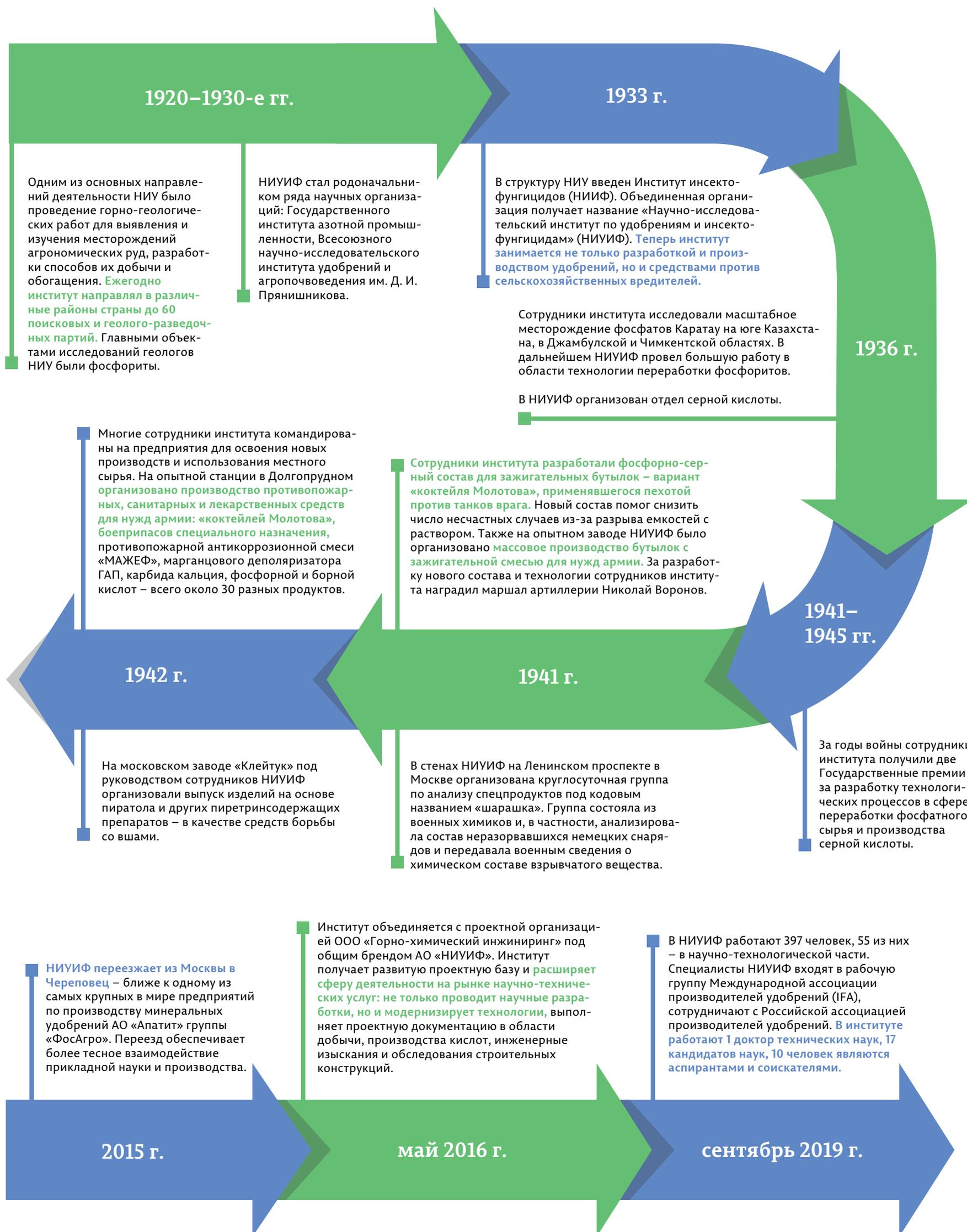
Большое будущее

Сегодня специалисты НИУИФ не только ведут научную работу, но и после объединения с проектно-исследовательским центром «Горно-химический инжиниринг» в 2016 г. прорабатывают модернизацию существующих и создание новых производств «до последнего болта», говорит генеральный директор НИУИФ Кирилл Поздеев. Институт создает стандарты и регламенты для предприятий отрасли – в 2015 г. НИУИФ подготовил и представил справочник Наилучших доступных технологий для производства фосфорсодержащих удобрений, аммиака, серной и фосфорной кислот. Все эти работы ориентированы не только на эффективность компании, но и на защиту окружающей среды, использование вторичных материалов и энергоресурсов.

Для выполнения всех этих задач на высоком уровне институт осваивает новейшие технологии: 3D-проектирование, аэрофотосъемку, создание цифровых копий предприятий. Работают специалисты института и с потребителями удобрений. «Одна из задач института и вообще компании «ФосАгро» – это работа с фермерами: объяснять, сколько именно нужно удобрений и зачем. При соблюдении пропорций удобрения все отдадут, никуда не вымываются, полностью растворяются и все полезное уходит в растения. Постоянно ведутся мониторинг и новые опыты по влиянию удобрений на экологию», – объясняет Поздеев. →

→ Разведка и минералы: как за 100 лет создать ресурсный центр для целой отрасли





Александр Мажуга: «Кофе без кофеина – это продукт зеленой химии»



Анфиса Воронина
Александра Мальцева
Анна Богомолова

Максим Стулов / «Ведомости»

Химия как наука становится все более ответственной: целый пласт разработок направлен на то, чтобы сделать химические процессы менее затратными и минимально вредными для окружающей среды. Как ученые открывают безотходные процессы, почему химии стоит бояться все меньше и почему российский бизнес не торопится внедрять эффективные и безвредные технологии, в интервью «Ведомости&» объяснил ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева, доктор химических наук, профессор РАН Александр Мажуга.

12 принципов зеленой химии

– Словосочетание «зеленая химия» для обычного человека звучит как что-то противоречивое. Как можно было бы просто это понятие объяснить?

– «Зеленая химия» – новое словосочетание индустриальной эры. Это научное направление и философия. Ее задача – сделать химическую продукцию и сам процесс производства безопасными и безотходными.

Есть 12 принципов зеленой химии. Ключевые из них – это безотходность (а если мы генерируем отходы, они должны быть биоразлагаемые); это принцип атомной эффективности (условно, если вы взяли молекулу, которая весит 100 атомных единиц, то в ходе реакции у вас получилась молекула, которая весит тоже 100 атомных единиц, и нет никакого побочного продукта). Например, при синтезе уксусной кислоты из метанола и монооксида углерода в присутствии родиевого катализатора все реагенты трансформируются в целевой продукт на 100%. Есть еще фактор эффективности (Е-фактор), чем он меньше, тем лучше. Он учитывает всё: сколько отходов производится, какова атомная эффективность. Все пугаются нефтехимии, кажется, что нефтехимический

завод – это что-то такое колоссальное в плане химического загрязнения. На самом деле нефтехимия оказывается самой зеленой, поскольку Е-фактор практически равен 1, т. е. на 1 кг продуктов приходится 1 кг отходов. А если посмотрим на фармацевтику, то на 1 кг продуктов – 25 кг токсичных отходов.

– Этому понятию 20 лет, но оно уже повлияло на изменение технологий.

Что конкретно изменилось?

– Классический пример, с чего начиналась история зеленой химии как направления, – это уход от токсичных растворителей. Раньше в процессах химической технологии, химической промышленности использовали токсичные органические и хлорорганические растворители – бензол, толуол, хлороформ. После завершения процесса они оказывались в отходах, и их надо было утилизировать.

Сейчас появилось новое направление – использование экологичных растворителей. В первую очередь, это вода, которая используется как растворитель. Сначала были проведены фундаментальные исследования, потом разработаны технологические процессы. Сейчас они уже внедряются в промышленность.

Второй пример, еще более экологичный, – использование так называемых сверхкритических растворителей. Это основное научное достижение зеленой химии. В качестве растворителя используется, например, углекислый газ. У него есть свойство сверхкритического состояния, представляющего собой среднее состояние между жидкой и газовой фазой вещества. В углекислом газе в состоянии сверхкритического флюида проводятся сверхкритические реакции. После проведения реакции газ испаряется, собирается в отдельном резервуаре и конденсируется – получается замкнутый цикл. Кстати, замкнутый цикл – это тоже один из зеленых принципов

Александр Мажуга

Ректор
Российского
химико-
технологического
университета им.
Д. И. Менделеева

Родился 6 августа 1980 г. Окончил химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. Область научных интересов: синтез наногибридных функциональных материалов, биоорганическая химия, медицинская химия, нанохимия, развитие новых подходов к синтезу и исследованию биологически активных веществ.
2005 г. – кандидат химических наук;
2014 г. – доктор химических наук;
2016 г. – профессор кафедры органической химии химического факультета МГУ;
2018 г. – назначен ректором РХТУ им. Д. И. Менделеева.

химических предприятий. Они делают так, чтобы отходы или продукты могли быть использованы еще раз.

Есть еще более простой пример – кофе без кофеина. Кофе заполняют сверхкритическим углекислым газом, который удаляет кофеин, отделяя массу. В итоге получается кофе без кофеина и чистый кофеин, который можно использовать дальше.

– Кофе без кофеина – это продукт зеленой химии?

– Да, это продукт зеленой химии. Другой пример зеленой химии – уход от использования токсичных катализаторов. 90% всей химической технологии, особенно в нефтехимии, – это использование катализаторов. Это вещество, которое ускоряет химический процесс. Есть процессы, которые без катализатора не идут в принципе. Традиционно в качестве катализаторов используются соединения тяжелых металлов. Это может быть свинец, медь, хром, палладий, платина, осмий. Задача, которая стоит перед зелеными химиками, – это замена токсичных металлов на более биогенные: кальций, магний и др. Или принципиальный уход от катализаторов там, где это возможно. Если же от использования катализатора уйти невозможно, процесс должен позволять его извлечь.

«Все мечтали уйти от классических растворителей на воду»

– Вы сказали, что зеленая химия началась с фундаментальных работ. Что было критической точкой, с которой началось развитие этого направления, – запрос бизнеса, государства, потребителей?

– Скорее это социальный запрос. На земле рождается все больше людей, потребности в новых продуктах растут, производство увели-

чивается. С 2010 г. в России наблюдается рост химического производства, за этот период оно выросло более чем на 50%. По прогнозам консалтинговых агентств, которые учитываются в Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса Минпромторга, в 2030 г. химической продукции в России будет произведено на 9,4 трлн руб., в мире – на \$7,8 трлн. Предприятий становится все больше и больше, в нашей стране тоже. Новые химические предприятия – это новые выбросы, несмотря на то что у нас очень хорошо с экологическим контролем. И бизнес, и правительство понимают, что как можно больше предприятий нужно делать зелеными. Все мечтали перейти с классических токсичных растворителей на воду. Это и дешевле. Бесконечный рост промышленности невозможен, миру нужны новые безвредные и безотходные технологии. То, что еще 20 лет назад казалось фантастикой, – реакции в воде, сверхкритические условия – сейчас внедряется на крупных предприятиях.

– Активно ли бизнес переходит на зеленые технологии, учитывая, что такой переход часто стоит довольно дорого?

– Тут мы плавно переходим к государству и к тому, как оно поддерживает зеленую химию. Естественно, внедрение любой технологии – это дополнительные финансовые издержки для предприятия. Государство активно стимулирует развитие этого направления. Оно вкладывает деньги в безотходные зеленые технологии, в создание новых очистных сооружений, поддерживает биоэкономику, помогает предприятиям налоговыми преференциями, льготами. Вводятся так называемые зеленые облигации у тех компаний, которые используют зеленые технологии.

– Вы имеете в виду стимулирование в рамках механизма наилучших доступных технологий (НДТ)? Пока ощущения, что государство всерьез озабочено экологической повесткой, нет.

– У нас существует Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г., принятая в 2018 г. Она касается отходов производства и потребления, в том числе твердых коммунальных отходов. Сейчас мы абсолютно по-другому смотрим на то, что выбрасываем. Это не совсем зеленая химия, но уже какое-то решение накопившихся проблем. Зеленая химия говорит: «Нельзя сделать так, чтобы появился какой-то мусор, или мусор должен быть биоразлагаемый». Но коль уже заговорили о том, что у нас вторичные отходы стали источником новой продукции, государство вкладывается в технологии переработки. А биоразлагаемые материалы – это уже зеленая химия. Начинается это с биоразлагаемых тарелок, ложек, бутылок, пластиковых крышек, которые начинают разлагаться после открытия бутылки.

– Вы видите серьезный запрос научного сообщества и бизнеса?

– Можно точно сказать, что все российские химики и все российские химические промышленники озадачены экологическими вопросами. Все хотят делать процессы более экологичными, замкнутыми, безотходными или с очищаемыми отходами. Но не все российские химики знают, что такое зеленая химия и принципы зеленой химии.

Из крупных компаний: производители минеральных удобрений – очень хороший при-

мер. Они сейчас смотрят больше в сторону зеленой химии. Это значит, что мы увеличиваем количество зеленого производства.

Россия в мире зеленой химии

– Например, на наших предприятиях в отвалы до сих пор складывают фосфогипс, из которого можно добывать редкоземельные металлы. Как далеко Россия продвинулась на пути развития зеленой химии по сравнению, например, с Канадой или Австралией?

– В основном [такие отвалы] это гипс, в котором есть примеси чрезвычайно дорогих редкоземельных элементов. Хоть запас их в Российской Федерации большой, но тем не менее их добыча и производство – сложный процесс. Было бы логично извлекать редкие земли из этих отвалов фосфогипса. Такие технологии разработаны в нашем университете. Но сейчас редкие земли активно экспортируются из Китая, и становится экономически невыгодно извлекать их из отвалов фосфогипса.

Но фосфогипс можно использовать в дорожном строительстве, выделять чистый гипс и делать гипсокартон. «ФосАгро» активно внедряет проект, связанный с использованием фосфогипса в дорожном строительстве, в укреплении дорог. Наш университет разрабатывает технологии использования фосфогипса при получении чистого гипса и его использовании для захоронения различных отходов как цементирующего элемента.

Что касается фундаментальных исследований и науки, то с зарубежными странами мы примерно на одном уровне. США и Великобритания тоже активно взяли за зеленую химию, Австралия – меньше. Наша промышленность пока отстает в плане повсеместного применения принципов зеленой химии. Государство должно сыграть свою роль (и оно начало: НДТ, зеленые облигации). Кстати, развитие фундаментальных исследований в области зеленой химии, проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ государство поддерживает.

– Как много компаний целенаправленно инвестируют в разработки в области зеленой химии в России?

– К примеру, из производителей удобрений – «ФосАгро». Фармкомпании «Нанолек», «Р-фарм». Компаниям это интересно, потому что зеленая химия – это уменьшение количества стадий производства и отходов. Для предприятия это очень выгодно. Чем меньше отходов, тем меньше издержки на утилизацию. Меньше стадий – быстрее процесс. Поэтому эти компании сейчас занимаются изменением своих технологических процессов и увеличением их эффективности с точки зрения выхода.

«ФосАгро» первой из частных компаний заключила соглашение с Российской академией наук (РАН). Оно рассчитано на пять лет и предполагает сотрудничество в сфере перспективного развития производства удобрений, кормовых фосфатов и высокосортного апатитового концентрата, по увеличению глубины и комплексности переработки минерального сырья, сбалансированного питания растений, животных и людей, защиты окружающей среды. В частности, РАН окажет экспертную и методическую поддержку «ФосАгро» в поиске и выборе технологий, конкурентоспособных в долгосрочной перспективе, а также в развитии Центра исследований и инноваций компании. Ядром центра выступает НИУИФ им. проф. Я. В. Самойлова.

25 лет

уйдет на создание цифрового двойника человека, который позволит полностью моделировать все процессы, происходящие в теле. «За [искусственным интеллектом] будущее, конечно. [В фармацевтике] сейчас больше вопросов к биоинформатикам. У химиков есть информация только на уровне взаимодействия единичных молекул и белков. Но перед тем как лекарство дойдет до цели, до конкретной молекулы, оно должно преодолеть многие барьеры в организме. Искусственный интеллект способен рассчитать, как лекарство будет взаимодействовать, например, с белками крови»

У фармотрасли был очень хороший пример синтеза ибупрофена в компании Boots. Ибупрофен раньше получали в шесть стадий (60% сырья уходило в отходы), но в начале 1990-х гг. сократили процесс до трех. В результате количество отходов уменьшилось до 20% – в 3 раза. Просто использовали новый катализатор. Это отличный пример настоящей зеленой химии.

Риски и будущее

– Для промышленности переход на технологии зеленой химии дороже, чем традиционное производство?

– Если мы делаем всё по классическим принципам, как в случае ибупрофена, то должно быть дешевле. Реально это пока не так. Это дело времени – так же, как биоразлагаемые материалы. Они сейчас стоят намного дороже, например, пластика. Но это вопрос масштабов, объемов, людей, интересантов покупать одно и не покупать другое. Я думаю, что уже через 10 лет наши предприятия будут практически безотходные, а продукция – биоразлагаемая.

– «ФосАгро» совместно с ЮНЕСКО с 2013 г. дает гранты молодым ученым на разработку зеленых технологий...

– Я надеюсь, что в этом году в нем будет участвовать больше представителей от России. Посмотрим, какой будет результат.

– Как вы решаете внедренческую проблему?

– Мы создали Международный учебно-научный центр трансфера фармацевтических и биотехнологий. В этом году вместе с «ФосАгро», «Сибуром» и «Иннопрактикой» открыли акселератор Mendeleev для стартапов в химической отрасли. Там собираем команды с проектами, которые после небольшой доработки могут быть коммерциализованы.

– А какими разработками в области зеленой химии РХТУ и ваша кафедра, ваша лаборатория в МГУ сейчас занимаются? Чем бы вы хотели, могли гордиться?

– В МГУ моя лаборатория занимается медицинской химией – мы ищем новые препараты. Специализируемся на препаратах для терапии онкологических патологий, рака предстательной железы. Это совместный проект с компанией «Изварино фарма». Они заказывают, мы разрабатываем препарат при поддержке государства. А в РХТУ мы создаем технологии. И тут уже ближе к зеленой химии. У нас есть инженеринговый центр, который занимается технологией тонкого органического синтеза фарм субстанции и кафедры технологии органического синтеза. Они занимаются поиском эффективных путей получения фарм субстанций с меньшим количеством стадий, с большим выходом без катализаторов.

В экологии мы очень гордимся нашим направлением, связанным с методами очистки сточных вод и отходов химических предприятий. Тут, можно сказать уверенно, самая мощная школа по промышленной экологии стоков.

Цифровизация – это тоже важный момент. РХТУ сейчас активно включился в программу цифровой экономики, цифровизации химических предприятий. Мы создаем цифровые двойники предприятий. Это полная виртуальная копия действующего химического завода с цехами, реакторами, катализаторами, процессами, мешалками. Если что-то хочется изменить в технологическом процессе, не нужно проводить натурный эксперимент, можно реализовать его в условиях цифрового двойника. &

Безотходная философия

PhotoXPRESS

Как изменение химических процессов избавит мир от токсичных отходов

Александра Мальцева

Современная жизнь невозможна без химии: ее процессы и продукты используют все индустрии: и добывающие, и обрабатывающие, и сельское хозяйство, и сфера услуг. Истощение природных ресурсов и проблема отходов привели науку к выводу: человечеству нужно кардинально изменить промышленные технологии, чтобы сохранить планету. Химии предстоит стать зеленой – максимально безотходной и экологичной. Кто и как развивает это направление науки?

Безотходная философия

30 лет назад химические предприятия выделялись «лисьими хвостами» из труб – оранжево-коричневым дымом с диоксидом азота. «Сейчас вы такого не встретите – промышленность кардинально изменилась. Не осталось предприятий, которые выбрасывают такое количество вредных веществ в воздух», – рассказывает доктор химических наук, профессор РАН и ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева Александр Мажуга (интервью с ним см. на стр. 10–11). Выбросы только парниковых газов в России по сравнению с 1990 г. снизились на 48,4%, подтверждают данные Минприроды.

Но одного уменьшения выбросов парниковых газов мало, для того чтобы снизить нагрузку на окружающую среду. Пока отечественная промышленность и люди продолжают производить все больше отходов – и промышленных, и бытовых. По данным Росприроднадзора, в 2017 г. в стране образовалось 6,22 млрд т отходов – на 66,5% больше, чем в 2010 г.

Промышленности нужны масштабная экологическая модернизация и переход на лучшие современные технологии, констатировал Владимир Путин в послании Федеральному собранию в 2018 г. С 2019 г. на экологичные технологии должно перейти 300 промпредприятий с самым сильным воздействием на окружающую среду, а с 2021 г. – все предприятия с высокой категорией риска для окружающей среды.

Решению экологических проблем по-

могут исследования в области зеленой химии, разработка новых экологичных химических процессов и внедрение таких технологий на предприятиях, уверен ректор РХТУ. «Зеленая химия» – новое словосочетание индустриальной эры. Это научное направление и философия. Ее задача – сделать химическую продукцию и сам процесс производства безопасными и безотходными», – объясняет Мажуга.

Эффективность на уровне атомов

История зеленой химии началась всего 30 лет назад. В начале 1990-х гг. руководивший отделением промышленной химии в Агентстве по охране окружающей среды США Пол Анастас сформулировал концепцию нового научного направления: проще предотвратить образование опасных отходов на этапе разработки технологий, чем позднее решать проблемы с утилизацией. Ученые разработали 12 принципов зеленой химии, суть которых сводится к тому, что новые технологии должны минимизировать ущерб окружающей среде, быть более выгодными экономически и функционально превосходить существующие аналоги.

«Зеленая химия – это создание процессов и технологических систем, которые не оказывают вредного воздействия на окружающую среду и человека. Все очень просто и понятно», – резюмирует Наталия Тарасова, директор Института химии и проблем устойчивого развития РХТУ и экс-президент Международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC).

Один из главных параметров зеленой химии называется «Е-фактор», или соотношение массы произведенного вещества и отходов, рассказывает Мажуга. В идеальном мире отходов не должно быть вовсе, в реальности – чем их меньше, тем лучше. По этому показателю самой зеленой отраслью оказывается нефтехимия: Е-фактор отрасли почти 1 и на 1 кг готового продукта приходится 1 кг отходов. А аутсайдер – фармацевтика, которая для получения 1 кг действующего вещества генерирует в среднем 25 кг отходов.

Классическим примером применения принципов зеленой химии считается производство с действующим веществом ибупрофен (нестероидное противовоспалительное), рассказывает Мажуга. Популярное лекарство синтезировали в шесть стадий, в ходе которых 60% сырья уходило в отходы, в том числе токсичные. В начале 1990-х, когда срок патента на препарат истек, фармацевтические компании модернизировали технологию: за счет катализа сократили синтез до трех этапов, а объем отходов – до 23% от исходного веса.

Главное достижение зеленой химии – переход от токсичных хлорорганических растворителей (бензола и толуола) к воде или углекислому газу, считает Мажуга. «В углекислом газе в состоянии флюида проводятся сверхкритические реакции. Газ испаряется, собирается в отдельном резервуаре и конденсируется – получается замкнутый цикл», – объясняет он. Именно с помощью сверхкритического углекислого газа получают кофе без кофеина.

Другой знаковый пример – замена токсичных элементов, которые применяют в 90% промышленных химических процессов. Традиционно в качестве катализаторов используются ионы и соединения тяжелых металлов: свинца, меди, хрома, палладия, платины, осмия. Зеленая химия заменяет их на более экологичные кальций, магний и др.

Зеленое государство

Американское агентство по охране окружающей среды учредило Институт зеленой химии в 1997 г., позднее отдельные исследовательские лаборатории по направлению зеленой химии появились в крупных университетах США. Евросоюз для обмена передовыми экологичными технологиями учредил Центр устойчивого развития химии в Бонне. Английские университеты обзавелись специализированными кафедрами и центрами разработки зеленых технологий.

С позиции фундаментальных исследований российская наука не отстает от ученых США и Великобритании, говорит Мажуга. На государственном уровне Россия также поддерживает зеленую химию, но не как отдельное направление, а через конкретные проекты – создания новых очистных сооружений, переработки отходов, производства биоразлагаемых материалов. Отдельно Минпромторг при помощи грантов и налоговых льгот поддерживает внедрение экологичных технологий в промышленности и биологических средств повышения урожайности в сельском хозяйстве вместо пестицидов и гербицидов.

Развитию зеленой химии способствует общество, а не только государство, уверена Тарасова. «О проблеме твердых бытовых отходов ученые говорят последние 40–50 лет, но, когда она достигла таких масштабов, что люди начали оказывать сопротивление строительству новых полигонов, государство вынуждено вмешаться. Как итог, уже на государственном уровне решается проблема переработки отходов», – объясняет она. Другой пример – реакция потребителей на проблему разрушения озонового слоя, когда в одночасье покупатели из США отказались от аэрозолей и таким образом вынудили производителей заменить флаконы на безвредные для озонового слоя.

В России промышленные предприятия не топят массово внедрять зеленые химические технологии, пока экономия на зеленой химии не слишком очевидна и изменение технологических процессов сопряжено с очень большими

Андрей Гурьев

генеральный директор ПАО «ФосАгро»

«Программа «Зеленая химия для жизни», наряду с другими нашими совместными с ООН проектами – Глобальной инициативой в области защиты почв и взаимодействием по вопросам корпоративной социальной ответственности и устойчивого развития в рамках Глобального договора ООН, к которому мы присоединились в прошлом году, – является нашим посильным вкладом в выстраивание партнерства в интересах устойчивого развития. Широкая поддержка научным сообществом наших совместных с ЮНЕСКО инициатив, ежегодно растущее количество заявок на участие в программе подтверждают, что усилия по популяризации новой этики прогресса с заботой о сохранении природного многообразия земли и снижении антропогенного воздействия на окружающую среду плодотворны и эффективны».



рисками, признает ректор РХТУ. Отечественные компании сейчас находятся на этапе разработки таких технологий, объясняет Тарасова. Она указывает на пример российского производителя удобрений «ФосАгро», который совместно с ЮНЕСКО, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (FAO) и международным союзом по теоретической и прикладной химии (IUPAC) финансирует исследования молодых ученых в области зеленой химии.

Пижма против жуков

«ФосАгро» совместно с ЮНЕСКО и IUPAC создала фонд поддержки молодых ученых – химиков в 2013 г. Проект «Зеленая химия для жизни» выдает гранты на исследования в сферах охраны окружающей среды, здравоохранения, продовольствия, энергоэффективности и рационального использования природных ресурсов.

«Зеленая химия для жизни» дает путевку в жизнь талантливым перспективным ученым и, главное, прививает исследователям новое экологическое сознание, заставляет смотреть на все разработки через призму влияния технологий на окружающую среду, объясняет начальник отдела по международным проектам «ФосАгро» Александр Антонов. По его словам, для компании этот проект благотворительный: от ученых не ждут немедленно готовых к реализации прикладных решений для химической промышленности. «Для нас это вклад в устойчивое развитие, в будущее планеты, но в перспективе мы рассчитываем на внедрение этих разработок», – говорит он.

«Благодаря гранту «ФосАгро» и ЮНЕСКО я начал исследования нового поколения растительных пестицидов и сейчас продолжаю работу, но уже при поддержке Образовательной комиссии Пакистана. Я верю, что в скором будущем мы сможем предложить рынку готовый продукт, который позволит увеличить урожай в сельском хозяйстве без химических пестицидов», – рассказывает изданию «Ведомости&» Мухаммад Исмаил из Международного университета Каракорам (Пакистан).

Для борьбы с вредителями посевов Исмаил разрабатывает экологичные препараты из растительного сырья, например пижмы. По его словам, за год работы по гранту он выделил соединения с новыми структурами и начал тестирование их эффективности в борьбе с вредителями посевов и в качестве лекарства при хронических заболеваниях человека.

За шесть лет жюри проекта «Зеленая химия для жизни» рассмотрело больше 600 заявок и присудило гранты 34 молодым ученым из 26 стран мира. В феврале «ФосАгро» продлила программу до 2022 г., увеличила общий объем финансирования проекта до \$2,5 млн и учредила специальный грант для поддержки исследований в области использования фосфогипса.

Гранты позволили разработать несколько революционных технологий, рассказывает Антонов.

Например, болгарский доктор наук Свилен Симеонов придумал, как использовать получаемый из сельхозотходов фурфурол в синтезе новых материалов для медицины. «Мои нынешние исследования берут начало в проекте по гранту [«ФосАгро», ЮНЕСКО и IUPAC]. Он дал мне возможность начать собственный исследовательский проект по переработке биомассы и оснастить лабораторию нужным оборудованием, – рассказал он «Ведомости&». – Сейчас мы на втором этапе разработок, и нас поддерживает Фонд научных исследований Болгарии. Мы соз-

даем инновационные подходы для утилизации биоразлагаемых отходов и создания платформ для органического синтеза».

Доктор наук Уиклифе Чисутиа Ваньони из Найроби создал технологию переработки куриных перьев в аминокислоты, белки и пептиды, из которых можно делать корма для животных. «Мы начали этот проект, чтобы решить проблему с загрязнением городских окраин отходами птицеводства. Только представьте: миллионы тонн богатых микроэлементами и белками куриных перьев просто выбрасывается. Многие предприятия сжигают их, другие просто закапывают в землю», – рассказывает он о своей разработке. Кенийский ученый выделил новый термостойкий щелочной фермент, который позволяет выделить белки из кератина и мягких костей. «Захватывающе смотреть, как в короткий срок в нейтральной среде при нормальной температуре и без загрязнения окружающей среды энзим разлагает перья», – поделился он.

Россиянка Алсу Ахметшина, получившая грант в 2015 г., разрабатывает экологичный способ отделения углеводородных газов от токсичных и коррозионноактивных кислых компонентов на нефтеперерабатывающем производстве. Ее группа на базе Нижегородского государственного технического университета создает мембраны для разделения кислых газов на основе полимерных ионных жидкостей – экологичные аминокислоты, карбоновые кислоты, которые встречаются в природе.

Здоровье почв и стартапов

Успех программы грантов для талантливых исследователей вдохновил «ФосАгро» на участие еще в одном международном проекте в сфере зеленой химии – глобальной инициативе в области защиты почв. В 2018 г. компания подписала соглашение с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (FAO). Задача совместного проекта – помочь сельхозпроизводителям анализировать состав почв и оценивать потребность в разных удобрениях, объясняет Антонов. Проект предполагает создание региональных сетей почвенных лабораторий в развивающихся странах, где особое внимание предполагается обратить на оценку качества и безопасности удобрений. «ФосАгро», продолжает он, отвечает за налаживание единого мирового механизма продвижения технологий и знаний в области устойчивого землепользования, в том числе с учетом российского опыта. В июне «ФосАгро» выступила официальным партнером запуска региональной сети африканских почвенных лабораторий (African Soil Laboratory Network – AFRILAB).

В структуру «ФосАгро» входит единственный в России НИИ, занимающийся исследованиями производства минеральных удобрений, – Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. профессора Я. В. Самойлова. В 2019 г. институт отмечает 100-летие с момента образования. Это флагманский отраслевой институт, разрабатывающий и внедряющий новые технологии с минимальным воздействием на окружающую среду. НИИИФ разрабатывает комплексные решения для подбора удобрений и их правильного внесения. Недавно в ходе масштабного эксперимента с Международным институтом питания растений в Вологодской области с использованием высокоточных техник применения удобрений удалось добиться роста урожайности на 30% и получить четвертый дополнительный урожай кормовых трав на опытном поле.

Кто выбирает

Заявки на гранты программы «Зеленая химия для жизни» рассматривает международное научное жюри – в нем 13 авторитетных ученых из 11 стран. Для победы молодой ученый должен предложить принципиально новую значимую для общества идею, которая соответствует принципам зеленой химии, и подтвердить свою компетентность и оснащенность лаборатории, где будет идти проект. На конкурс присылают научные проекты очень высокого уровня, говорит Тарасова (она входит в жюри конкурса). Больше всего заявок подано в 2017 г. – 151.

Для поддержки отечественных ученых – химиков «ФосАгро» инициировала еще один проект – акселератор Mendeleev на базе РХТУ. Его задача – помогать молодым разработчикам создавать коммерческий продукт, рассказал Мажуга. По его словам, участвовать в акселерационной программе могут команды ученых с готовыми разработками, которым нужна помощь в выводе продукции на рынок. Акселератор приглашает разработчиков в области агротехнологий, биофармацевтики, промышленной химии и производства новых материалов. Главное условие – соответствие идеи проекта принципам зеленой химии.

Разработчики смогут завершить исследования и доработать прототипы на лабораторной и инженеринговой инфраструктуре РХТУ, а затем протестировать технологии на мощностях партнеров проекта. Акселератор обещает помочь молодым ученым с поддержкой бизнес-процессов, привлечением инвестиций и грантов, развитием команды и в области маркетинга и стратегии. Сейчас проект собирает заявки, программа стартует в октябре 2019 г. и продлится полгода.

Химия для будущего

«Следующие 20 лет станут переломными в развитии человечества в целом: либо мы пойдем по пути устойчивого развития и сохранения биосферы, либо начнем двигаться в сторону глобальных кризисов», – рассуждает Тарасова. Она считает, что для устойчивого развития России нужны четко сформулированная государственная политика и поддержка зеленых технологий.

Мировой рынок технологий и продукции зеленой химии будет расти в геометрической прогрессии в ближайшее десятилетие, прогнозирует Американское химическое общество в докладе «Как применение зеленой химии изменит мир», опубликованном в 2015 г. По его прогнозам, в 2020 г. объем этого сегмента мирового рынка составит \$98,5 млрд, а среднегодовой прирост – 48,5%.

Бесконечный рост промышленности невозможен, миру нужны новые безвредные и безотходные технологии. То, что еще 20 лет назад казалось фантастикой, – реакции в воде, сверхкритические условия – сейчас внедряются на крупных предприятиях, следует из слов Мажуги.

Главными темами, которые будут определять экологическую химию и инженерию, в ближайшее десятилетие станут переработка и минимизация отходов, переход на менее токсичные химические растворители и катализаторы и использование возобновляемого сырья, говорится в докладе Американского химического общества. Флагманами развития новых технологий станут фармацевтическая отрасль, производство пластмасс, красок и клея, агрохимия и энергетический сектор.

«Загрязнение окружающей среды, глобальное потепление, токсичные отходы и огромное потребление энергии – вот страшная цена, которую человечество платит за все блага индустриализации XX в. Текущее столетие ученые и промышленность должны посвятить созданию безопасного мира, свободного от токсичных отходов», – резюмировал Исмаил.

«У нас только одна планета. Будущее окружающей среды и жизни вообще – это уже не теоретическая угроза, а вполне конкретная проблема, – соглашается Симеонов. – Зеленая химия – это основа для сохранения среды для следующих поколений». &

Кандидаты прагматических наук



Евгений Разумный / «Ведомости»

Кто будет двигать российскую науку для бизнеса завтра

Андрей Фешин

В России почти 160 000 молодых ученых, а карьера исследователя привлекает каждого десятого студента. Но специалисты нередко предпочитают продолжать работу за границей – там больше перспектив и амбициозных задач. Ответ российских компаний – создавать заказ на исследования и формировать условия для научного поиска внутри страны, а также открывать и завоевывать таланты уже со школьной скамьи. Корпоративные образовательные проекты становятся инструментом наращивания интеллектуального потенциала.

Конкуренция за кадры

В России почти 160 000 исследователей в возрасте до 39 лет, свидетельствуют данные Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ. Это почти 45% от общего числа исследователей – для сравнения: в 2006 г. их доля не превышала трети. За последние годы в научной среде произошло много позитивных изменений: это и рост зарплат, и развитие программ академической мобильности, и расширение системы грантов, отмечает первый проректор ВШЭ, директор ИСИЭЗ Леонид Гохберг. Но и требования к молодым ученым растут, считает он.

Карьера ученого привлекает каждого десятого студента в стране, а до трети россиян сочли бы такой выбор удачным для своих детей, свидетельствуют данные ИСИЭЗ.

Но бизнесу, в том числе производственным компаниям, исследователей остро не хватает – как и квалифицированных специалистов в принципе. По данным компании Naus, в 2019 г. почти 60% российских работодателей прогнозировали нехватку подходящих сотрудников. Химический сектор не исключение – кадровый голод испытывает и он. И если три года назад ре-

спонденты Naus отмечали дефицит квалифицированных химиков-технологов, которые могли бы заниматься фундаментальными исследованиями и прикладными разработками, то теперь не хватает уже самых разных сотрудников – от агрономов до специалистов по продажам.

Компании стараются решить эту проблему через повышение привлекательности бренда среди молодых людей. Многие создают базовые кафедры в ведущих университетах (так делают, например, «Яндекс», Газпромбанк, Cognitive Technologies). Другой вариант – опорные вузы (как у «Росатома» и Объединенной авиастроительной корпорации).

«ФосАгро» привлекает на работу по 50 человек в год с помощью программы поддержки молодых специалистов, рассказывает начальник управления оценки и развития персонала компании Диана Сидельникова. Представители бизнеса ездят с презентацией по 30 учебным заведениям – весной и осенью. За талантливых студентов идет жесткая конкуренция между компаниями. «Люди спрашивают, почему они должны идти именно к нам: не работодатель их выбирает, а они работодателя», – констатирует Сидельникова.

Международная конкуренция

За выпускников российских вузов борются не только отечественные компании. После бакалавриата у будущих исследователей появляется еще один вариант развития карьеры – за границей. В июне 2018 г. уехать из России хотели около половины молодых ученых и IT-специалистов, свидетельствуют данные опроса BCG (в нем участвовало 23 700 человек).

В основном уезжают студенты магистратуры, аспиранты, молодые ученые, перечисляет Гохберг из ВШЭ. Но многие возвращаются, отмечает он, и это уже зависит от российских вузов и условий, которые они создают. По дан-

ным Росстата, в 2018 г. Россию покинуло 1835 докторов наук и 4445 кандидатов наук.

Стали больше даже не уезжать, а ездить на стажировки, рассказывает проректор Ивановского государственного химико-технологического университета (ИГХТУ) по научной работе Юрий Марфин. Длительность таких поездок – от месяца до нескольких лет. Возможностей для стажировок становится больше, говорит он: Россия входит в научное сообщество уже на правах партнера. От ИГХТУ ежегодно на стажировки уезжает 3–5 человек и порядка 10–15 участвует в программах учебных обменов.

Аспирантура, как финальная ступень образования, сейчас не предусматривает обязательной защиты диссертации, напоминает доцент кафедры ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д. И. Менделеева Анна Додонова. По ее оценкам, из всех аспирантов целенаправленно за научными достижениями идет менее половины поступающих. Остальные отсекаются на защите диссертации, поскольку она становится добровольным решением, указывает Додонова.

Но даже после защиты диссертации закрепить молодежь в науке – отдельная сложная задача, признает Гохберг. Крупнейший источник финансирования исследований и разработок в России – средства государства: на бюджеты всех уровней и госструктуры приходится 66 из 100 руб. Специалисты накапливают навыки, репутацию и уходят из фундаментальной науки в бизнес для решения его задач. Практически все оставшиеся средства – 30,2% финансирования – обеспечивает предпринимательский сектор, свидетельствуют данные ИСИЭЗ.

Больше зарабатывать, не покидая академической среды, может помочь система грантов в рамках нацпроекта «Наука», но она только разворачивается всерьез. Гранты будут выделять с 2021 г. юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям «в целях проведения крупномасштабных фундаментальных научных исследований для государственной поддержки крупных научных проектов», стало известно в начале июля 2019 г. Насколько она сработает, будет понятно только через какое-то время, считает Гохберг.

Тем временем зарплаты сотрудников институтов, занятых исследованиями и разработками, растут почти на 25% быстрее, чем в среднем по экономике, и разрыв увеличивается, свидетельствуют данные ИСИЭЗ.

В целом наука остается очень специфичным видом деятельности, считает Марфин. Здесь нужен особый склад ума и сфера привлекает много энтузиастов, но идеализм остался в прошлом веке, согласна Додонова. Молодые люди приходят в науку зарабатывать и самореализовываться, новые люди в науке интересны тем, что они совмещают в себе черты ученых и управленцев.

Такие навыки придутся молодым исследователям кстати. Национальный проект «Наука» предполагает, что к 2024 г. в стране появится 1500 новых лабораторий, из них почти половиной должны руководить ученые в возрасте до 39 лет, напоминает Марфин.

Вопрос лишь в том, кем укомплектовать эти лаборатории. Доля молодых ученых растет, но в абсолютных цифрах приток молодежи в науку не столь велик – порядка 10 000 человек в год, отмечает Гохберг.

Впрочем, есть объективный фактор, который может скорректировать планы по привлечению молодых людей в науку, – демогра-

фия. Сейчас в вузы поступает одно из самых малочисленных поколений 2000–2001 года рождения, напоминает Додонова. Они пойдут в аспирантуру как раз в 2024 г. – именно тогда мы получим минимум претендентов на кандидатскую степень. По данным ИСИЭЗ, пик набора в аспирантуру пройден в 2011 г., с тех пор численность аспирантов падала.

В этих условиях компаниям приходится начинать охоту за талантливыми исследователями все раньше.

Охота на школьника

«Не могу сказать, что сын, как и многие подростки его возраста, представляет себя великим ученым, исследователем», – признается Елена, мать одиннадцатиклассника в череповецкой школе № 10. Но к окончанию 9-го класса в семье задумались о перспективах и о вариантах профильного образования.

Выбрали программу группы «ФосАгро» – производитель удобрений запустил ее для старших школьников в 2013 г. Подростков знакомят с химическим производством, дают углубленные знания математики, информатики, физики и химии. Сначала она называлась «ФосАгро-классы», с 2018 г. – «ФосАгро-школы». Они действуют в пяти городах, где располагаются производства компании: в Балакове (Саратовская обл.), Волхове (Ленинградская обл.), Кировске и Апатитах (Мурманская обл.) и Череповце (Вологодская обл.). Это часть более масштабной системы подготовки кадрового резерва, рассказывает Сидельникова.

«ФосАгро» развернула активность в школах по нескольким причинам. Во-первых, пытались повысить престиж инженерных специальностей. Во-вторых, школьников готовили к тому, чтобы они пополнили кадровый резерв «ФосАгро». В-третьих, такие программы работают на бренд всего производства – реализация долгосрочных проектов воспринимается как признак сильной компании, отмечает Сидельникова.

К тому же люди, прошедшие через «ФосАгро-школы», уже усвоили корпоративную культуру и адаптируются в компании гораздо проще, чем специалисты со стороны. Были случаи, когда опытные профессионалы покидали «ФосАгро» просто из-за того, что их ценности не совпадали с корпоративными, вспоминает Сидельникова. С теми, кто прошел через «ФосАгро-школы», такой проблемы, по ее словам, быть не должно.

Школьникам и их родителям идея нравится. «Сын сам был инициатором», – признает мать выпускника школы № 15 в Апатитах Наталья Храмова. «К 8-му классу он стал расставлять приоритеты: нравятся физика и математика, интересно инженерное направление, поэтому ищем профильные классы», – рассказывает она.

В итоге довольными остаются и ученики, и школы, считает директор школы № 15 в г. Апатиты Галина Кудюмова. Компания оплатила ремонт в шести учебных классах, за счет «ФосАгро» также поставили новое оборудование и создали учебную лабораторию, радуется Кудюмова. Это позволяет вести курсы, например, по 3D-моделированию и прототипированию (на них ученики создают модели деталей и механизмов и затем распечатывают их на 3D-принтере).

Если в первые годы «ФосАгро-классы» нужно было рекламировать, то сейчас на эти программы конкурс 2,5 человека на место, говорит директор череповецкой школы № 10 Анна Леоненко. Претендентов отбирают по результатам ОГЭ и портфолио – в зачет идут, например, победы в олимпиадах. Не все доходят до конца, из класса

Аспиранты в России 2017 г.



Самые популярные направления подготовки среди аспирантов в 2017 г.

1–4 года обучения, по направлениям подготовки, %



Источник: сборник «Подготовка научных кадров высшей квалификации в России»: 2018, НИИ Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы



Исследователи считают количество школьников и студентов в учебном году, а далее – на конец календарного года. В инфографике представлены данные за 2017/2018 учебный год или же на конец 2017 г.

Источник: «Образование в цифрах», совместный сборник Минобрнауки, Росстата, Министерства просвещения и Высшей школы экономики; интервью председателя Высшей аттестационной комиссии Владимира Филиппова «Известиям»

в 28–29 человек, как правило, один отсеивается из-за высоких нагрузок, отмечает Леоненко.

В итоге из «ФосАгро-школ» выпускается по 125 человек в год, говорит Сидельникова. Не все они попадают в компанию: стоит сформировать пул лояльных кандидатов и выбрать из них лучших, полагает она. С 2021 г., когда первая волна «ФосАгро»-школьников закончит магистратуру, в «ФосАгро» рассчитывают трудоустроить по 35 участников программы в год. Еще по 10–15 человек компания планирует находить в лучших профильных вузах страны – чтобы «не устраивать замкнутую систему», говорит Сидельникова.

Новые химики

Профорентация дает свои плоды: 72% выпускников «ФосАгро-школ» поступают в технические вузы.

В университете студенты тоже не остаются без опеки со стороны корпорации. «Когда я окончил школу и выбирал, куда поступать, в «ФосАгро» предложили очень комфортные условия – поступление на бюджет, выплату стипендии», – рассказывает ведущий инженер по техническому развитию Кировского филиала АО «Апатит» Сергей Евстратенко. Размер стипендии зависел от успеваемости. Отличники получали 20 000 руб. в месяц, троечники – 6000 руб., вспоминает он.

Взамен компания требует отработать пять лет после выпуска. Главное – привлечь талантливых людей, а затем уже можно распределить их в зависимости от способностей и устремлений: кто-то отправляется на производство, кто-то – в лабораторию, рассказывает Сидельникова.

В этом году в штат компании зачислены выпускники вузов, которые были в самом первом наборе «ФосАгро-классов». Пока их девять человек – это молодые инженеры. Но «ФосАгро» ожидает, что с каждым годом количество выпускников программы профорientации и подготовки кадров, которые приходят на работу в компанию после окончания вуза, будет увеличиваться. В 2022 г. на предприятиях «ФосАгро» будет трудиться 120 выпускников профильных классов, ожидает компания.

Но самое ценное – то, что молодого работника воспринимают всерьез, считает Евстратенко. «Казалось бы, тут студент пришел неопытный на производство, но при этом очень внимательно относятся к моим идеям, мыслям, всегда можно обсудить. И когда специалист чувствует свою важность, просто работается в удовольствие. И в принципе никуда уходить не хочется», – заключает он.

Одним из главных поставщиков кадров для «ФосАгро» традиционно остается ИГХТУ, рассказывает Сидельникова. По ее словам, это обусловлено двумя факторами: качеством образования и географической близостью Иванова к Череповцу (между городами 375 км), где расположен Череповецкий производственный кластер Группы «ФосАгро». Доехать туда на машине можно за несколько часов. В итоге директора, начальники цехов и главные инженеры на многих площадках – выпускники ИГХТУ.

«ФосАгро» тратит на образовательные программы в школах по 20 млн руб. в год и в среднем еще по 40 млн в год на ремонты там же, говорит Сидельникова. Еще в 100 млн ежегодно обходится программа привлечения молодых специалистов.

Но масштабные траты окупаются: например, иногда достаточно 1–2 исследователей, чтобы обеспечить прорыв по какому-либо направлению, объясняет Сидельникова. &

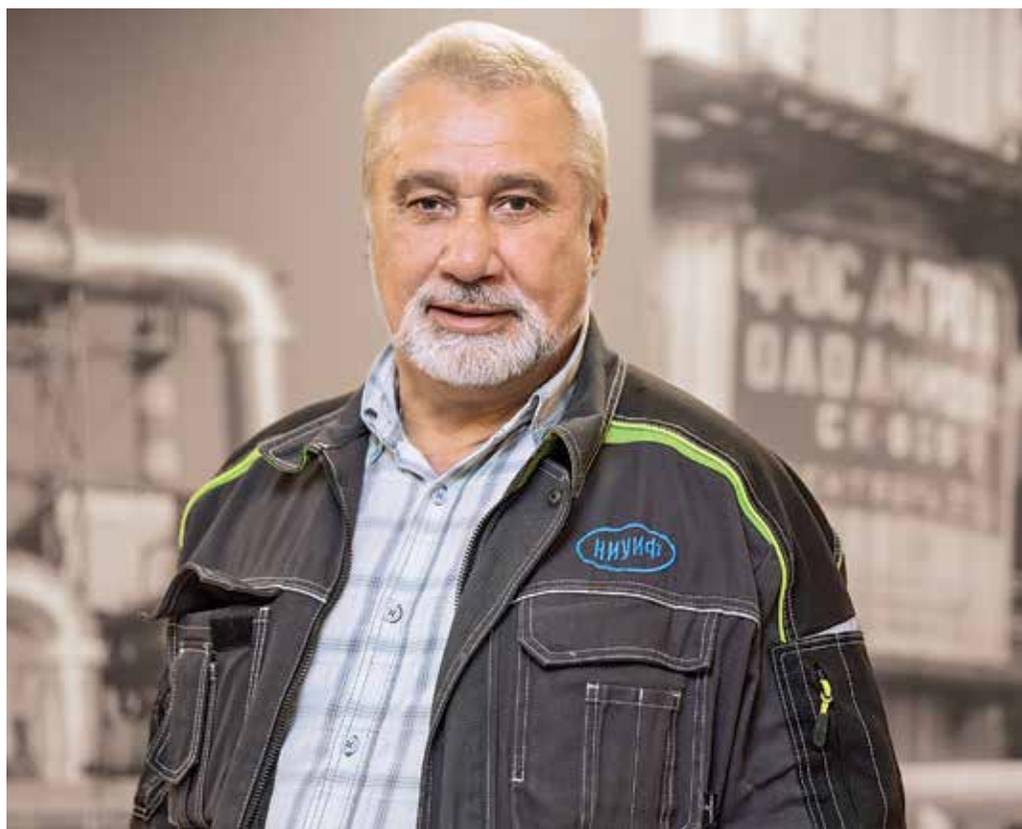
Люди химии

Может ли химия не вредить природе, какие технологии изменят мир и как в школе влюбиться в химию, если мечтаешь быть певицей

Анна Богомолова

С тарейший в мире и единственный в России ресурсный центр технологий переработки фосфатного сырья. Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам (НИУИФ) им. Я. В. Самойлова после присоединения к группе «ФосАгро» превратился в перспективный центр разработок для минерально-химиче-

ской отрасли. В институте исследуют качество выпускаемых удобрений, работают над оптимизацией технологического процесса и проектируют новые заводы «до последнего болта». Молодые и самые заслуженные ученые-химики, работающие в институте, объясняют, как оказались в профессии и чем занимаются сегодня



Андрей Норов,
директор по промышленной технологии НИУИФ,
кандидат технических наук

Диссертация 2014 г. «Разработка технологии диаммонийфосфата из неконцентрированной экстракционной фосфорной кислоты с использованием барабанного гранулятора-сушилки»

«НИУИФ создал науку об удобрениях (российскую, по крайней мере) и внес большой вклад в мировую науку: в 1919 г. об удобрениях понятие было нулевое. Но НИУИФ создал не только науку. Уникальная миссия института в том, что науку и индустрию, в которой эти знания должны применяться, НИУИФ создавал параллельно. Наш институт – самый прикладной из академических. Благодаря институту промышленность минеральных удобрений и кислот Советского Союза была

самой мощной в Европе, входила в пятерку мировых и остается такой и сегодня.

Сейчас будущее химии смещается в сторону экологии, наилучших доступных технологий. Устойчивое развитие и зеленая химия становятся определяющими векторами. Поэтому для нас приоритетным направлением будут инновационные виды удобрений с регулируемой растворимостью, с ингибиторами, полным набором макро- и микроэлементов, не содержащие вредных примесей (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть, 6-валентный хром и т. д.). Такие удобрения уже сейчас «ФосАгро» производит из уникального сырья – хибинского апатита. Такие удобрения даже в экстремальные годы, сильно увлажненные или засушливые, за счет биомодификации обеспечивают высокую урожайность. Сейчас наш институт отработывает технологию производства удобрений с регулируемой скоростью растворения. А еще мы делаем опытно-промышленную установку по производству умных удобрений».



Дмитрий Юновидов,
руководитель группы экспресс-методов анализа и автоматизации технологических процессов,
кандидат технических наук

Диссертация 2017 г. «Программно-аппаратный рентгенофлуоресцентно-оптический комплекс для анализа сложных фосфорсодержащих удобрений»

«Я окончил химический факультет МГУ, у меня есть экспертиза в физике и химии. Сейчас такое время, что нельзя заниматься чем-то одним, – открытия происходят на стыке наук.

Сейчас направление моей научной работы – поиск новых способов контроля качества продукции, я также работаю с современными физико-химическими экспресс-методами анализа. Для контроля мы используем оптический анализ (для изучения этого процесса была создана моя группа). Как это работает? На производстве мы ставим – условно – «фотокамеру», которая делает «фотографии» гранулированного продукта и определяет его физические свойства. В этой технологии задействованы методы машинного обучения. Это не искусственный интеллект (для наших задач он избыточен) – скорее продвинутая статистика. Мы наблюдаем, насколько качественный продукт производится в конкретное время. Если качество ухудшается, завод анализирует причины. Мы промежуточное звено между технологией, технологами и управлением контроля качества.

Я пришел в химию благодаря семье: мои родители – инженеры и химики-технологи, занимались коксохимическим производством. Раньше химия представляла собой законченную науку с синтезом неизвестных веществ, с изучением реакций на высоком уровне. А сегодня появились методы и технологии, которые позволяют нам заглянуть внутрь реакций и понять, что все эти взаимодействия физические, электростатические. За последние 10 лет химия как наука стала более фундаментальной, ученые научились предсказывать поведение молекул и атомов, их соединения на основе физических законов. Качество и стандарты вышли на совершенно новый уровень: веяния зеленой химии привели к тому, что мы все больше учимся перерабатывать природные ресурсы так, чтобы не вредить при этом ни экологии, ни планете, ни себе. И развитие производств, технологическое совершенствование предприятий компании «ФосАгро» это подтверждают.



Марина Зеленова-Гюльалиева,
младший научный сотрудник
отдела серной кислоты,
соискатель кандидатской степени

«Я окончила Череповецкий государственный университет (ЧГУ) в 2015 г. и работаю над диссертацией «Исследование и разработка технологии производства жидкого сернистого ангидрида на основе серы и кислорода». Жид-

кий сернистый ангидрид применяется на целлюлозно-бумажном производстве. Небольшое количество используется как консервант в винодельческой промышленности и как реагент при производстве хлорсульфированного полиэтилена. Но в России это вещество не производят, только импортируют из Финляндии. Их технология засекречена. При этом потребность в этом веществе в России – 18 000 т в год. До конца 2019 г. в НИУИФ появится лабораторная установка для получения жидкого сернистого ангидрида. Результатов наших исследований на ней должно быть достаточно, чтобы спроектировать, построить и запустить промышленную установку примерно за три года.

Вообще, я в детстве мечтала быть певицей. Но в школе я поняла, что мне на химии интереснее, чем на других предметах, и к 9–10-му классу точно знала, куда буду поступать. Конечно, многое для этого сделала учительница. Например, мы с научной работой выступали в ЧГУ, когда я была в 10-м классе, и заняли 1-е место.

Основное достижение химии за последнее время – это новые технические решения, которые позволяют уменьшить количество выбросов в атмосферу при производстве серной кислоты. Основные выбросы диоксида серы дает цветная металлургия. Поэтому необходима утилизация диоксида серы, которая возможна путем получения серной кислоты из диоксида серы. Сейчас одна из металлургических компаний обратилась к нам для сотрудничества и решения этой проблемы. Я думаю, в ближайшие пять лет что-то точно в этом плане изменится».

Павел Федотов,
заместитель начальника отдела
технологии удобрений и абсорбции,
кандидат технических наук

Диссертация 2017 г. «Гибкая технология сложных серосодержащих фосфорно-калийных удобрений»

«Я окончил РХТУ им. Менделеева и восемь лет работаю в НИУИФ, пришел еще на 5-м курсе университета. Технология, описанная в моей диссертации, реализована в 2014 г. на предприятии «ФосАгро» в Волхове. Это сложное фосфорно-калийное удобрение, уникальный продукт в виде однородных по химическому составу гранул, больше такого не выпускают нигде в мире. Другие страны выпускают аналоги в виде сухих тукопосмесей. В основном это удобрение применяют для бобовых культур, заказ изначально был из Бразилии, но потребители есть и в России, и в Европе.

В школе я хорошо учился, у меня было много вариантов для поступления. Но я написал ЕГЭ по химии на 100 баллов (это был второй год госэкзамена) и получил право поступать в химические вузы без дополнительных испытаний.

На работе каждый день я руковожу отделом, сам лабораторные исследования уже не веду. Организую, помогаю в написании отчетов и выводов. Задачи нашего отдела – разработка технологий новых продуктов и модернизация существующих. В принципе, все наши технологии мы изначально пытаемся сделать более зелеными и экологичными, они все практически безотходные.





Инна Кочетова,
старший научный сотрудник отдела качества и стандартизации,
кандидат технических наук

Диссертация 2019 г. «Влияние структуры гранул сложных NP, NPS и NPK-удобрений на их физико-химические свойства»

«Я окончила Московский институт тонких химических технологий им. Ломоносова (сейчас он называется РТУ МИРЭА). На работе я занимаюсь качеством продукции: мы боремся за улучшение потребительских свойств удобрений – прочности гранул, истираемости, слеживаемости, пылимости. Эти параметры важны потребителю, при транспортировке и внесении удобрений. Всеми этими характеристиками мы управляем на этапе производства. В основном я работаю в лаборатории, исследую физико-химические свойства удобрений. Занимаюсь сканирующей электронной микроскопией и микрофотографией – эти методы позволяют исследовать внутреннюю структуру не только гранул удобрений, но и других объектов.

В этом году мы занимаемся разработкой ГОСТа «Экологически чистая продукция», который регламентирует требования к минеральным удобрениям по части токсичных элементов. Сейчас это очень важное направление, поскольку Европа ужесточила требования к ввозимым удобрениям. У «ФосАгро» есть в этом плане преимущество: очень хорошее сырье, фактически свободное от содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, ртути, мышьяка и др.).

В школе я хотела стать врачом, но, изучая химию и биологию, увлеклась именно химией. Она показалась мне более логичной, структурированной. Эта наука настолько широка, что любое направление внутри нее интересно. Лично для меня в современной химии больше всего интересны направления, которые связаны с обеспечением человечества продовольствием, со здоровьем человека и разработкой новых лекарств. Например, в 2000-х были сделаны открытия в области катализа, которые позволили более эффективно разделять правовращающие и левовращающие изомеры (оптически активные вещества. – «Ведомости&»), – это важно в фармацевтическом производстве, потому что позволяет получать более чистые реагенты и создавать более эффективные лекарства. На мой взгляд, это один из примеров наиболее значимых достижений за последнее время».

Илья Александренков,
научный сотрудник отдела экстракционной
фосфорной кислоты

«Я окончил Санкт-Петербургский государственный технологический институт. В НИУИФ занимаюсь всеми видами работ: в лаборатории совместно с коллегами проводим пилотные тесты фосфатного сырья, на производстве проводим обследования и испытания существующих систем по производству фосфорной кислоты. Из последнего: мы нарабатывали образец фосфогипса одного из производств компании. Когда я пришел в НИУИФ, для меня самым интересным в первые полгода была именно работа в лаборатории, отработка настоящего технологического режима производства.

Папа у меня офицер запаса, сейчас они вместе с мамой работают в АО «Апатит». После школы я отучился на металлурга, потом поступил в химический вуз. Профессию выбрал еще в школе: у нас была пожилая учительница, которая объясняла, что химия – это хорошо, понадобится везде, и я загорелся ее идеей. Меня впечатлил самый первый школьный химический опыт. Еще запомнилась «фараонова змея»: глюконат кальция поджигают, и за счет реакции окисления получается пористый продукт, похожий на маленькую змейку».



Вячеслав Колпаков,
старший научный сотрудник отдела
технологии удобрений и абсорбции,
соискатель кандидатской степени

«Я окончил РХТУ им. Д. И. Менделеева по специальности «технология неорганических веществ». Пишу диссертацию по теме «Получение NPK-удобрений путем совместной нейтрализации смеси азотной и фосфорной кислот». Результатом работы стали исходные данные для проектирования нового производства, которое соответствует требованиям Наилучших доступных технологий (НДТ). Оно позволит получать удобрения, которые более безопасны в плане терморазложения, с более высокой концентрацией питательных веществ, и при этом тратить меньше энергии и других ресурсов. С использованием полученных данных уже проведена модернизация одной из



технологических систем цеха по производству минеральных удобрений АО «Апатит».

Одной из самых интересных задач для меня за последнее время было получение водорастворимого моноаммонийфосфата (МАФ). Этот продукт очищен от примесей по сравнению с обычными продуктами, которые производятся на основе экстракционной фосфорной кислоты. Концентрация питательных веществ в нем повышена. Например, содержание азота (N) и фосфора (P₂O₅) в гранулированном аммофосе составляет 12 и 52%, а в водорастворимом МАФ – 12 и 61%. Основное достоинство водорастворимого МАФ – он полностью растворяется в воде, поэтому его используют в системах капельного орошения и гидропонике в тепличных хозяйствах. Новое производство этого удобрения планируется запустить на площадке Волховского филиала АО «Апатит» до 2023 г.»

Алексей Морозков,
младший научный сотрудник
комплексного отдела международ-
ных связей, научно-технической
информации и промышленной экологии,
соискатель кандидатской степени

«Я окончил Череповецкий государственный университет с отличием, моя специальность – «химическая технология неорганических веществ», окончил первый год аспирантуры. Готовлю диссертацию по теме «Разработка и усовершенствование способов переработки нефелинового концентрата на востребованные товарные продукты». Сейчас нефелиновый концентрат применяется в России только



на двух заводах – это Пикалевский глиноземный завод и Ачинский глиноземный комбинат. Концентрат используют для производства глинозема, соды и галлия технического.

В НИУИФ помимо учебы я занимаюсь договорной работой. Химией я увлекся в школе: в этой науке очень интересные и красивые методы решения задач с математической точки зрения. Теперь уже мне нравится практическое применение всех этих знаний, в том числе на производстве.

Многие открытия в химии сделаны давно, а применяться на практике стали только сейчас. Например, на череповецкой площадке «ФосАгро» создано производство карбамида. Это удобрение, но его применяют и в других сферах: и в солях для ванн, и как добавку в дизельное топливо. До 1998 г. лишний углекислый газ, который образовывался при производстве аммиака, выбрасывался в атмосферу. Теперь его перерабатывают в карбамид».



Наталья Николаева,
младший научный сотрудник отдела качества и стандартизации,
соискатель кандидатской степени

«Я окончила РХТУ им. Д. И. Менделеева, факультет «Технология неорганических веществ и высокотемпературных материалов», сейчас окончила 4-й год аспирантуры. Тема моей научной работы – «Изучение физико-механических свойств минеральных удобрений при хранении и транспортировке». Значительная часть нашей продукции поставляется насыпью в страны Юго-Восточной Азии и Южной Америки. Мы исследуем, как температура и влажность окружающего воздуха влияют на сохранность продукта – слеживаемость и пылимость.

Мои родители – химики, они работают на химическом предприятии по производству соды. После школы я поступила в химико-технологический техникум в Стерлитамаке, а потом – в РХТУ им. Д. И. Менделеева в Москве. После окончания университета по рекомендации кафедры пришла работать в НИУИФ – как раз в тот момент, когда институт переезжал из Москвы в Череповец в 2015 г.

Больше всего мне понравилась моя первая работа в институте, когда я продолжила исследование, которое начала моя предшественница. После переезда в Череповец мы с коллегами завершили разработку методики, которая позволяет очень точно оценить эффективность обеспыливающих добавок. Сейчас в лаборатории с ее помощью мы подбираем наиболее эффективные кондиционирующие добавки для обработки гранул удобрений».

Юлия Кульпина,
научный сотрудник отдела
экстракционной фосфорной кислоты

«Я окончила Ивановский государственный химико-технологический университет и работаю в НИУИФ два года, планирую поступать в аспирантуру.

Наш отдел сотрудничает как с российскими, так и с зарубежными заказчиками. Мы проводим лабораторные исследования, участвуем в разработке новых методик, анализируем сырье, проводим опыты с полупродуктами и продуктами, участвуем в промышленных испытаниях на площадках «ФосАгро».

Очень люблю работать с микроскопом. Через окуляр микроскопа мелкая песчинка превращается в целый мир. Я была очень любознательным ребенком, родители думали, что я буду биологом. А когда в школе началась химия, она стала моим любимым предметом, и вопросов,



куда поступать, не возникло. При этом, честно говоря, в школе химии преподавали слабовато. Поэтому на 1-м курсе университета мне было немного сложнее, чем однокурсникам, учившимся в профильных классах школы. Но в итоге я окончила университет с красным дипломом.

Большое впечатление оставила первая работа на установке, это были испытания нового сырья для производства экстракционной фосфорной кислоты: в лаборатории мы воспроизвели основные стадии производства. Я работала с аналитической частью, и нужно было достаточно быстро делать анализы. Я очень переживала, потому что с одним анализом нужно было уложиться в 20 минут, иначе процесс у моих коллег мог нарушиться и восстанавливать его было бы достаточно долго. Я чувствовала груз ответственности. Но все прошло успешно, и теперь это один из моих любимых анализов. Сейчас, когда уже прошло много испытаний, первые вспоминаю с улыбкой».



Рекламно-информационное приложение к газете «Ведомости»

16+



Фото на обложке: Евгений Разумный / «Ведомости»

Главный редактор Анфиса Сергеевна Воронина
 Генеральный директор Глеб Прозоров
 Верстка Даша Делоне
 Фоторедактор Наташа Шарапова
 Корректурщица Светлана Борщевская
 Менеджер по печати Татьяна Бурнашова
 Шрифты: «Пермиан», Илья Рудерман, «Студия Артемия Лебедева»; Orbi, ParaType

Учредитель и издатель АО «Бизнес Ньюс Медиа»
 Адрес учредителя, издателя и редакции: 127018 Москва, ул. Полковая, 3, стр. 1. пом. 1, этаж 2, ком. 21. Тел. 8 (495) 956-34-58
 Телефон коммерческих служб 8 (495) 232-92-89

Рекламное СМИ

Свидетельство о регистрации:
 ПИ № ФС77-66973 от 15 сентября 2016 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
 Все права защищены ©2019, АО «Бизнес Ньюс Медиа»
 Любое использование материалов издания, в том числе в электронном варианте, допускается только с согласия правообладателя

Отпечатано в типографии ООО «Галла-М»
 Адрес: 127550 Москва, ул. Прянишникова, 19 а стр.4

Тираж 64 750
 Цена свободная

