

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРТ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№1 2021

**АЛЕКСАНДР
СЕМЁНОВ**

На стыке химии
и фармы

с. 22



**АЛЕКСЕЙ
НЕСТЕРОВ**

Fine Chemicals
from Russia

с. 32



**АРТЁМ
ОГАНОВ**

Предсказания
Артёма Оганова

с. 44



ДИСКУССИОННЫЙ
КЛУБ

КОСТАНДОВ

с. 11



**ЛЕОНИД
КОСТАНДОВ**

Какова химия,
такова и жизнь

с. 6

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ



ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ
И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ И ЛАБОРАТОРИЙ



reatorg

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОСНАЩЕНИЕ • СЫРЬЕ

+7 (495) 966 3140
8 (800) 775 3211
reatorg@reatorg.ru
www.reatorg.ru
www.rt.su



- Разработка концептуального проекта
- Проектирование производственных линий и лабораторий
- Доставка, монтаж и введение в эксплуатацию технологического оборудования
- Оснащение лабораторий (оборудование, мебель, посуда, расходные материалы)
- Доставка реактивов, интермедиатов, стандартов, субстанций, сырья для производств
- Поддержание складского запаса наиболее востребованных товарных позиций, индивидуальные складские программы

Друзья!

Перед вами первый номер журнала «Химический эксперт». Появление его на свет в необычное ковидное время, ставшее для всех непростым испытанием, видимо, закономерно. Идея зрела давно: во время встреч и дискуссий с коллегами и партнёрами, когда приходилось искать ответы там, где по сути их не было. Тогда же решения становились новаторскими, создавая прецедент и формируя правовое поле. Отсутствие эффективной площадки для межотраслевого диалога привело нас к ощущению готовности создать журнал, который вы держите в руках.

У вас появилась возможность услышать коллег и высказаться самим. «Химический эксперт» – это также возможность диалога бизнеса, которую мы предоставляем и власти. Чтобы придать дополнительную динамику этому процессу и повысить доверие, мы создали дискуссионный клуб, назвав его знаковым именем – «Костандов». Личность, которую называют титаном советского химпрома, поможет смотреть на многое в нашей индустрии через призму решений, выведших в своё время нашу индустрию в мировые лидеры. Чтобы вернуться на траекторию лидеров мировой индустрии, у нас есть и потенциал, и определённые успехи в наших отраслях и фундаментальной науке. У нас есть самое главное и ценное – человеческий капитал: талантливые, профессиональные, неординарные личности, способные работать и находить решения даже в условиях неопределённости. Мы уверены, что благодаря экспертному сообществу и флагманам индустрии, при поддержке профессионалов в госструктурах, вместе с нашими коллегами, партнёрами и друзьями журнал будет востребованным и полезным для всех нас!

Читайте и приходите к нам! Мы всегда ждём вас!

Искренне ваши,
Мария и Георгий Хачияны



Ежеквартальный
информационно-
аналитический журнал
«Химический эксперт»
№ 1(01) Март 2021

Редакция

Главный редактор:
Георгий Аркадьевич Хачиян
Первый заместитель главного
редактора: Мария Хачиян
Шеф-редактор: Александр Хачиян

Над номером работали:
Андрей Кузьмицкий
Игорь Асташкин
Олег Кудынюк

Учредитель:

ООО «РЕАТОРГ»
Москва, Варшавское ш., 125
+7 (495) 966-3140
8 (800) 775-3211
www.reatorg.ru
www.rt.su
E-mail: info@chemical.expert

Отпечатано:

ООО «Типография
«Печатных Дел Мастер»
Москва, 1-й Грайвороновский
проезд, д. 4
+7 (495) 258-9699
www.pd-master.ru

Журнал зарегистрирован
Роскомнадзором.
Свидетельство о регистрации:
серия ПИ № ФС77-79770
от 18 декабря 2020 г.
Тираж: 1 000 экз.
Номер подписан к печати:
10.03.2021
Заказ № 210619

Цена: свободная.
Перепечатка материалов без
разрешения редакции запрещена.
За содержание рекламы редакция
ответственности не несёт.

© Все права защищены.
© Фотография на обложке:
Л.А.Костандов. РИА «Новости»

КЛУБ «КОСТАНДОВ»

4

Леонид Костандов:
«Какова химия,
такова и жизнь»



КЛУБ «КОСТАНДОВ»

10

Поздравление
академика Юрия
Оганесяна



КЛУБ «КОСТАНДОВ»

11

Деловой
дискуссионный
клуб «Костандов»



КЛУБ «КОСТАНДОВ». ДИСКУССИЯ

12

Где взять сырьё
для субстанций?



ИСТОРИЯ УСПЕХА

22

На стыке химии
и фармы



ИСТОРИЯ УСПЕХА

32

FINE CHEMICALS
FROM RUSSIA



СТИЛЬ ЖИЗНИ

64

Стиль жизни
Артёма Оганова



НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

38

«Простагенин» из
Усть-Сысольска



СТИЛЬ ЖИЗНИ

66

Александр Семёнов:
Стараюсь жить
полной жизнью!



НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

42

Инновационные экологически безопасные технологии комплексной переработки лесопромышленного сырья с получением веществ и материалов технического и биомедицинского назначения

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

44

Предсказания
Артёма Оганова



СТИЛЬ ЖИЗНИ

68

Римские
каникулы



МОЛОДЫЕ УЧЁНЫЕ

48

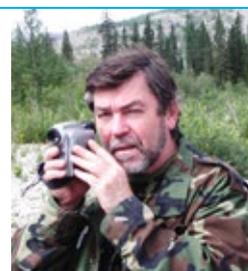
Цифровые двойники
химических производств



СТИЛЬ ЖИЗНИ

70

Жизнь через
линзу объектива



ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОЕКТЫ

54

РЕАТОРГ. Проекты
под ключ



СТИЛЬ ЖИЗНИ

72

Жизнь
по-костандовски!





ЛЕОНИД КОСТАНДОВ:

«Какова химия, такова и жизнь»

Эти слова не уставал повторять Леонид Аркадьевич Костандов – заместитель председателя Совета Министров СССР, министр химической промышленности СССР. Его справедливо называли титаном советского химпрома. Подтверждением тому – память армии друзей, коллег и соратников, живущих с нами. А цифры говорят сами за себя. В одном из своих выступлений, посвящённых памяти друга, академик РАН и экономист с мировым именем Абел Гезевич Аганбегян привёл несколько цифр. В них не только наглядно показана значимость химпрома в то время и в наши дни, но и дан прогноз на перспективу.

При Костандове было введено в действие около 400 новых предприятий химической и нефтехимической промышленности. Около 90 % всего сегодняшнего экспорта химической продукции, который в 2013 году составил более 30 млрд долл. США, произведено на этих предприятиях. За годы его руководства химической промышленностью её объём увеличился примерно в 10 раз, в то время как всей промышленности – в 3 раза. При Костандове химия стала проникать во все сферы жизни и быта. Ежегодно перед химической промышленностью ставились десятки новых задач, в том числе при решении атомных проблем, создании ракетно-космической техники, формировании современного автомобилестроения и др.

Сейчас наступает новый этап, мы стоим перед новым вызовом в развитии химии – необходимостью крупной синтетической революции. Корпуса крупнейших лайнеров вместо титано-алюминиевых сплавов изготавливаются уже из синтетических материалов, что снижает вес самолёта на 20 % и более, обеспечивая соответствующую экономию топлива, повышенную скорость и т. д. То же происходит и в автомобилестроении. Поэтому нас ждёт новый взлёт современной химии. И это будет лучшим памятником Леониду Аркадьевичу, заложившему в стране основу современной химии.

Титан родился не на легендарном острове Крит, а в Керки – небольшом городе в составе Бухарского эмирата. Сейчас это Туркмения. Туда из Армении в самом начале прошлого века в поисках работы перебрался отец Леонида Аркадьевича – к дяде, который содержал в этом городке скобяную лавку. Леонидом Аркадьевичем Костандов стал при записи в школу в Чарджоу. При зачислении в школу его имя – Леник – и отчество – Артасесович – записали на русский лад. После окончания школы в Чарджоу его ждала учёба в Москве – в институте химического машиностроения. Институт он закончил с красным дипломом и получил направление в Узбекистан, на Чирчикский электрохимический комбинат. В годы войны и позже Чирчикский комбинат был полигоном для опытного производства многих химических продуктов оборонного назначения. Именно здесь ввели в действие первое в стране производство так называемой тяжёлой воды для атомной промышленности. На комбинате разрабатывали методы промышленного получения тяжёлой воды для атомных реакторов и создавали для них высококачественные графитовые электроды.

Тогда в ходе работ возникла довольно сложная проблема. Но, благодаря совершенно новой высокоэффективной методике, которую разработал Леонид Аркадьевич вместе с коллегами, её смогли решить.



При всей загруженности и послевоенных темпах восстановления экономики и жизни в стране (а они не уступали по накалу военному периоду) Леонид Аркадьевич прекрасно понимал значимость популяризации науки и формирования научного взгляда на мир. В 1965 году он выступил одним из инициаторов создания нового популярного журнала – «Химия и жизнь», который стал одним из лучших научно-популярных изданий СССР и до сих пор высоко держит планку качества.

Существует шутка: когда нужно постучать по дереву, то сразу выясняется, что мир вокруг состоит из пластика. Сейчас сложно себе представить мир без пластмассы, хотя ещё сравнительно недавно она была новшеством. Применение в нашем быту и промышленности огромного количества изделий и предметов с использованием пластмасс связано с именем Леонида Аркадьевича Костандова. Закономерной стала и публикация в первом номере «Химии и жизни» большого материала «Золотое руно полимеров», в котором рассказывалось о перспективах химических волокон и о технологии их получения. В дополнительных материалах к этой статье разъяснялось, что представляют собой с точки зрения химика такие новые для читателя того времени материалы, как капрон, лавсан, нейлон, полипропилен и многие другие.

В этом же номере журнала редакция разместила интервью с Леонидом Аркадьевичем. Интересно, что, отвечая на один из вопросов, он фактически

предсказал столь востребованный метод сегодняшней химии, как компьютерный дизайн новых веществ. К слову, именно таким моделированием сейчас успешно занимается выдающийся российский учёный Артём Оганов. Подробнее об этих методах мы рассказываем в интервью с учёным, которое разместили в этом же номере.

«Надо ориентироваться на самое тесное соединение двух наук – химии и математики, – говорил Леонид Аркадьевич. – Математическая химия даст возможность моделировать химические процессы. Это будет означать, что на пути от лаборатории

видов оборудования химических производств, приборов мониторинга и средств защиты от атомного и химического оружия. Среди профессоров факультета были академики М. М. Дубинин, И. Л. Кнунянц, А. В. Фокин. Кроме того, Леонид Аркадьевич и сам читал лекции на выпускных курсах факультета – приезжал читать их по субботам. Каждая его лекция содержала сведения о передовых зарубежных технологиях и видах оборудования химических производств. Курсанты факультета воспитывались как создатели и руководители современных химических производств.



к расчёту промышленных аппаратов и установок какие-то промежуточные стадии, может быть, удастся со временем заменить расчётами, разумеется машинными. Хочется, чтобы будущий молодой специалист твёрдо ориентировался на основной принцип: быстро развивать химию – это означает сегодня не только быстрее строить заводы, но и учиться мыслить и работать по-новому, привлекая себе на помощь всю мощь математики и её надежного инструмента – вычислительной техники».

Ещё одним любимым детищем Леонида Аркадьевича Костандова был созданный по его замыслу и инициативе – и при его непосредственном участии в мае 1967 года – специальный инженерный факультет Военной академии химической защиты им. Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко. К преподаванию на факультете были привлечены лучшие специалисты, крупнейшие учёные-химики, создатели новейших

Огромное внимание в своей деятельности учёный уделял развитию отраслевой науки. Леонид Аркадьевич считал научно-техническую информацию важным экономическим ресурсом. Ему удалось добиться крупных инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Управление науки и техники Минхимпрома СССР консолидировало научные силы отрасли с академической и вузовской наукой, стимулировало через систему наряд-заказов разработку наиболее перспективных тем, координировало в масштабах отрасли планы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В 1970-х годах в отраслевых НИИ и на опытных заводах трудилось около 150 тысяч специалистов. Масштаб финансирования научно-технических разработок по Минхимпрому СССР был сопоставим с бюджетом Академии наук СССР. К середине 1970-х годов в системе Минхимпрома находилось более

100 научно-технических учреждений, были организованы 14 научно-производственных объединений (НПО). Всё это способствовало ускорению темпов исследований и разработок, усиливало целевую направленность научного поиска.

При Леониде Аркадьевиче были освоены многие нововведения, в том числе выпуск малотоннажной продукции – конструкционных пластмасс, композитов, специальных материалов для ядерной энергетики, электронной, лазерной и аэрокосмической техники, пестицидов, вспомогательных веществ для лёгкой, пищевой, фармацевтической промышленности. Было создано производство фотоматериалов и магнитофонных плёнок; сформированы прогрессивные подотрасли, разрабатывавшие высокоэффективные технологические процессы с комплексным использованием сырья и экономией энергоресурсов.

После назначения заместителем председателя Совета Министров СССР Леонид Аркадьевич руководил одновременно несколькими отраслями промышленного производства: химией и нефтехимией, металлургией, лесной и целлюлозно-бумажной промышленностью, выпуском минеральных удобрений и продуктов биотехнологий.

Он возглавлял межправительственную комиссию по экономическому и научно-техническому сотрудничеству с ГДР и ФРГ, много занимался разработкой долгосрочных интеграционных программ в сфере производства со странами – членами СЭВ, а также с западными партнёрами. По настоянию Леонида Аркадьевича СССР стал заключать с капиталистическими странами очень выгодные для страны компенсационные сделки. Из-за рубежа шли поставки химического оборудования, за которое СССР расплачивался готовой продукцией и получал прекрасно оснащённые современные химические предприятия. В этом его поддерживал председатель Совета Министров СССР Алексей Николаевич Косыгин, который относился к Леониду Аркадьевичу с большой симпатией.

Это был удивительный человек – огромного масштаба, таланта, ума и трудолюбия. Через его жизнь прошло множество людей: кому-то он был непосредственным начальником или наставником, кому-то – другом на равных, кто-то общался с ним по службе, кто-то – в житейских обстоятельствах. Однако сегодня многие из них, уже обогнав его по годам, воспринимают Леонида Аркадьевича Костандова как старшего, но не по государственной иерархии, а по профессиональному статусу и жизненному опыту.

Одно его присутствие само собой исключало ложь и лесть, делало немислимыми угодливостью и

мелочность, пошлость и грубость. Леонид Аркадьевич отличался деликатностью и вниманием к людям. Никогда, даже будучи эмоционально возбуждённым или огорчённым, он не терял выдержки и хладнокровия. Он был склонен к шутке, юмору, лёгкой насмешке, но не допускал брани, жалищих острот или едкого сарказма.

Переступая порог своего рабочего кабинета, он действовал только по собственному разумению или убеждению. Ему было чуждо стремление заранее нащупывать общее настроение в дискуссии с руководством, чтобы определить линию поведения. Беря ответственность на себя, он бесстрашно отвечал за свои идеи и поступки. ■



P. S. Урна с прахом Леонида Аркадьевича Костандова помещена в Кремлёвской стене на Красной площади.

За десятилетия советской власти, в период с 1919 по 1985 г., у Кремлёвской стены были помещены урны с прахом 127 выдающихся личностей.

Заместитель председателя Совета Министров СССР Леонид Аркадьевич Костандов и министр обороны СССР Дмитрий Фёдорович Устинов стали последними, чей прах был помещён в Кремлёвскую стену. Последними, кто собой замкнул эпоху.

При подготовке статьи использованы интервью и статьи Л. А. Костандова в журнале «Химия и жизнь», НИИТЭХИМ, фрагменты воспоминаний друзей, коллег и соратников, опубликованные в сборнике «Леонид Аркадьевич Костандов: министр, инженер, человек» и книге Валерия Любартовича «Государственный человек. Леонид Костандов – инженер, учёный, руководитель химической промышленности СССР» и других публичных источников.

Редакция благодарит Натэllu Леонидовну Костандову за любезно предоставленные фотографии из семейного архива.

Дорогие друзья!

Поздравляю вас с замечательным начинанием!

Рад, что для названия клуба из многих достойных и гениальных имён в истории нашей страны выбрали имя Леонида Аркадьевича!

Имя человека, с кем мне посчастливилось познакомиться в дни моей молодости, когда делал первые шаги в большую науку, а десятилетия спустя имел честь выступить по приглашению Менделеевского университета в аудитории, которая носит имя Леонида Аркадьевича Костандова.

Хочу пожелать вам успехов и двигаться только вперёд – по-костандовски: ярко и во благо нашей страны!

В добрый путь!

Юрий Оганесян



От редакции:

Юрий Цолакович Оганесян, академик РАН, научный руководитель Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флёрова Объединённого института ядерных исследований в Дубне. Именем Юрия Цолаковича в таблице Менделеева назван элемент №118 – oganesson.

ДЕЛОВОЙ ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ КОСТАНДОВ



В декабре 2020 года состоялось первое заседание делового дискуссионного клуба «Костандов». Оно было приурочено к 105-летию со дня рождения Леонида Аркадьевича Костандова, выдающегося советского государственного деятеля, Министра химической промышленности СССР, заместителя председателя Совета министров СССР. Именно с его именем связаны создание химической промышленности в стране и выход СССР в мировые лидеры.

Первое заседание клуба открыл главный редактор информационно-аналитического журнала «Химический эксперт» Георгий Хачиян.

Дискуссионный клуб – это часть нового медиапроекта компании «Реаторг», который также включает в себя создание и выпуск информационно-аналитического журнала «Химический эксперт», проведение ежегодных Костандовских чтений» во время которых планируется серия конференций и вручение именной премии «Костандов».

Название клуба появилось неожиданно, но абсолютно не случайно. Именно благодаря личности Леонида Аркадьевича Костандова химическая отрасль в СССР стала лидирующей в мире. Масштаб, энергия, инновационное мышление, бесстрашие в постановке целей и задач, опережающих время, и их эффективная реализация – вот стандарт, на который ориентируется клуб, ведь всеми этими качествами обладал великолепный организатор и учёный Л. А. Костандов.

Формат клуба принципиально отличается от конференций с их ограниченным временем и количеством тем для обсуждений. Официоз подобных мероприятий не всегда позволяет достаточно глубоко погрузиться в проблемы и провести полноценную дискуссию

с обменом мнений. Однако как раз такую возможность даёт клуб. В нём можно не только поговорить на интересную тему в «домашней» обстановке, но и встретиться с гостями – выдающимися людьми, яркими личностями, интеллектуалами.

В этот вечер специальными гостями клуба стали: заслуженный профессор МГУ Валерий Самсонович Петросян; профессор Сколтеха и МИСиС, кристаллограф Артём Оганов; известный психолог, сын выдающегося химика, академика Н. С. Ениколопова, которого связывала близкая дружба с Л. А. Костандовым, Сергей Николаевич Ениколопов, а также легендарная пара российских разведчиков-нелегалов – Елена Станиславовна Вавилова и Андрей Олегович Безруков.



Посетила первое заседание и особая гостья – дочь Леонида Аркадьевича, Натэлла Леонидовна Костандова.

С приветственным словом к гостям обратился академик РАН Юрий Оганесян, именем которого назван 118-й элемент таблицы Менделеева – oganesson 294Og.

Всех в этот вечер ждала насыщенная программа: концерт выдающегося джазового музыканта, композитора и исполнителя Сергея Манукяна, интересный разговор с разведчиками-нелегалами и многое другое. А также главное, ради чего и задумывался клуб, – дискуссия на актуальную тему отрасли: участники и гости мероприятия обсудили давно наболевшие вопросы, которые находятся на стыке химической и фармацевтической отраслей.

Вслед за этим заведующий кафедрой регуляторных отношений и надлежащих практик Санкт-Петербургской химико-фармацевтической академии Захар Голант открыл дискуссионную часть клуба. ■

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ХИМИЧЕСКОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЕЙ – ГДЕ ВЗЯТЬ СЫРЬЁ ДЛЯ СУБСТАНЦИЙ?

Захар Голант, заведующий кафедрой регуляторных отношений и надлежащих практик Санкт-Петербургской химико-фармацевтической академии:

– Уважаемые коллеги, благодарю за честь открыть первое заседание нашего клуба. В России сегодня нет никаких лоббистских группировок фарминдустрии. Традиционно для РФ лоббистские группы широко представлены в добывающей отрасли, что и обуславливает её развитие. Тем временем

в Америке для продвижения деятельности фармацевтической индустрии в 2019 году было нанято 3 000 лоббистов. Надеюсь, что клуб «Костандов» сможет стать такой перспективной площадкой для лоббирования нашей отрасли.

Как вы знаете, фармацевтическая отрасль всегда считалась стратегической, обеспечивающей одну из сторон национальной безопасности. Создание благоприятных условий для развития фармацевтического бизнеса в России не только экономически целесообразно, но и обеспечит биологическую безопасность страны и стабильность фармацевтической отрасли независимо от внешнеполитической обстановки.

Сегодня Россия нуждается в государственном регулировании и стратегии развития химической отрасли. Вызовы, стоящие



перед нами, включают не только план развития фармацевтической промышленности, но и связанное с ним развитие химического комплекса на ближайшие десять лет. Вопросы, которые находятся на стыке химической и фармацевтической отраслей, – это не технологические проблемы. Это экономика, планирование, финансовые риски и их бенефициары.

Основа производства фармацевтической отрасли находится за пределами нашей страны. В 2019 году объём рынка субстанций составил больше 120 миллиардов рублей, из которых только 8,7 миллиардов – локальное производство в России. Всё химическое сырьё и основные интермедиаты к нам пока завозятся. Сегодня государство закупает готовой продукции больше чем на 500 миллиардов рублей плюс коммерческий рынок – ещё на полтора триллиона – это рынок готовых форм. Производство готовых форм показало, что в фармацевтике за десять лет практически с нуля создана целая отрасль.

Когда основные экономические вопросы отрасли будут решены, я думаю, что технологические проблемы, которые связаны с инвестициями в инфраструктуру производства, и нерешённые задачи, связанные с разработкой технологий синтеза, с наработкой тех или иных объёмов субстанций химического сырья, – они решатся в перспективе 3–5 лет.

Формат клуба важен не только потому, что у нас есть насущные темы для обсуждения, но и потому, что главное – это вопрос кооперации между конкретными людьми, институтами, разработчиками технологий, поставщиками оборудования. В этом ключе хочу сформулировать основной тезис – уходящий год только проявил имеющиеся проблемы. 2021 год выявит их в десять раз больше. И их нам надо совместно решать.

Ирина Курашкина, модератор сессии:

– Спасибо за интересный комментарий! Передаю слово Александру Орлову, слушаем аналитику.

Александр Орлов, директор департамента химико-технологического комплекса и биоинженерных технологий Минпромторга России:

– Первый замминистра промышленности и торговли РФ Сергей Анатольевич Цыб поручил нам совместно с РХТУ Менделеева и с ГИЛСом (ФБУ «ГИЛС и НП») проанализировать наиболее востребованные 122 фармсубстанции. Анализ показал, что для их производства нам требуется 198 продуктов,



из которых отечественные фармкомпании выпускают всего 68. Сейчас с РХТУ Менделеева и департаментом фармпромышленности Минпромторга РФ мы обсуждаем, что из этого списка экономически целесообразно производить в России. Исходя из этого, мы поймём потребности в 2021 году. Чтобы выполнить поставленную задачу, необходима плотная взаимосвязь государства с бизнесом.

**Модератор:**

– Спасибо, Александр. Это говорит о том, что бизнес и государство должны быть вместе. Перейдём дальше.

Александр Малин, генеральный директор ООО «Натива»:

– В конце 1980-х – начале 1990-х многие заводы химической промышленности, к большому сожалению, были уничтожены. Политика девяностых открыла регуляторные и сырьевые ворота страны, были разрушены экономические связи внутри СЭВ. Всё это произошло за короткое время, а производство химического сырья и фарм субстанций сегодня восстанавливается существенно медленнее. Частный бизнес исходит из того, что доходность от производства лекарственных средств опережает доходность от производства химических веществ и активных

фарм субстанций. Наша компания полагает, что компетенция, связанная с тонким органическим синтезом и синтезом молекул, – серьёзный драйвер, тянущий за собой производство готовых лекарственных средств. Без полного производственного цикла мы превратимся в обладателей таблетпрессов и капсульной машины.

Значимую часть субстанций мы получаем благодаря экспорту определённых позиций. Я приведу пример. В большинстве российских лабораторий ежедневно используют иностранные растворители в хроматографах, делают важные анализы для получения качественных эффективных безопасных лекарственных средств. Вот эти хроматографы пока что работают на иностранных колонках, гелях и растворителях. Необходимо вложить деньги в отечественное предприятие по производству чистого растворителя, потому что потребность в нём велика.

Индустрии нужно меньше регуляторных изменений. Например, сейчас меняются требования, связанные с правилами регулирования России и ЕвразЭС. Посмотрите, что происходит в Минздраве, когда предприятия сдают документы на регистрацию. Люди занимают очереди с номерками. Неужели нельзя сделать 10 окон? Сейчас же всё в электронном виде можно принимать.



Когда российский Минздрав командировал меня в Минздрав Франции, я спросил у французов, сколько у них дистрибьюторов? Ответили – три, на всю Францию. У аналитического комитета поинтересовался, какими вопросами занимаются. Получил ответ:



занимаются только весомыми вкладами в развитие человечества: гендерными вопросами, связанными с абортами, с цивилизационными характеристиками человечества, а все 100% вопросов этического комитета вынесены для решения в госпитали и клиники. У нас же всё централизовано, и в итоге мы имеем старомодные длиннющие очереди.

Модератор:

– Александр, возможно, кто-то из коллег хочет высказаться по поводу сырья. Передам слово химикам, которые расскажут о ситуации с химическими реактивами, о том, как всё происходит.

Ирина Вендило, генеральный директор ассоциации «РОСХИМРЕАКТИВ»:

– Замечательно, что на заседании клуба мы можем обсудить важнейшие вопросы отрасли.

В нашей ассоциации более 20 компаний. Туда входят как разработчики и произво-

дители малотоннажной химии, так и те, кто проектирует и оснащает лаборатории.

С начала 2020 года мы столкнулись с очень серьезными вызовами, возникшими из-за отсутствия долгосрочного планирования. Насколько я знаю, у российских производителей почти не существует планирования более чем на пять или десять лет. В первую очередь потребителям – руководителям фармкомпаний нужно ввести на предприятиях осознанную, последовательную и долгосрочную политику по внедрению отечественных химреактивов, химсырья в производственные циклы. Это те самые шаги, которые нужно принимать постоянно, из месяца в месяц.

Евгений Гончаренко, генеральный директор АО «Вяземский завод синтетических продуктов»:

– Наша специализация – производство сложных эфиров и жирных кислот. Исторически мы ориентированы на потребности косметической промышленности. Стратегия нашего развития подразумевает производство именно эфиров и жирных кислот для смежных отраслей. Надо сказать, что с точки зрения добавленной стоимости длинный перечень химических веществ возглавляют эфиры, которые применяются как сырьё и компонентная база в фармацевтике. Это самый сложный продукт, к которому предъявляются самые высокие требования со стороны фармкомпаний. Необходимо в рамках крупных институтов выделить ключевые специализации, которые бы тесно работали в связках с промышленными площадками, где бы отработывались производственные технологии, решались вопросы масштабирования.

Если позволите, поделюсь соображениями, как организовать снабжение и обеспечение субстанциями отечественной фарминдустрии. Безусловно, очень важно и необходимо иметь кадровый потенциал. Можно обратиться к советскому опыту, к которому мы все апеллируем здесь, когда была связь отраслевых институтов с предприятиями. Создавалась экспериментальная или специально организованная под нужды

отрасли производственная площадка, и можно было решать поставленные задачи. Если сегодня пустить это на самотёк и не контролировать на государственном уровне, то рынок эти вопросы самостоятельно не решит.

Пока крупные фармацевтические производители занимают простую позицию. Говорят, у них отработаны технологии и рецептура, у них наработанный рынок, и в целом ввод нового функционального компонента в их рецептуры станет технологически сложным. Даже несмотря на то, что российский компонент функциональных добавок может быть

могло планировать свои производственные циклы минимум на три года? Я бы сказал, что сама по себе структура закупок очень дискретна и, к сожалению, не предполагает долгосрочного планирования.

У нас 15 лет существует ФАС, но она до сих пор инфантильно понимает конкуренцию. В Китае существует мощная система господдержки химической промышленности, в Индии есть мощнейшая система поддержки фармпрома. К сожалению, в России каждую отдельно взятую компанию противопоставляют европейской, североамериканской,



лучше, качественнее, дешевле, изменить весь процесс для них представляется сложным. Поэтому им это не очень интересно.

Модератор:

– У Захара Голанта возникло несколько вопросов. Передаю ему слово.

Захар Голант:

– В чём смысл заставлять предприятия проводить квартальные, полугодовые закупки субстанций? Почему нельзя проводить тендеры на закупку на долгосрочную перспективу, чтобы локальное производство

китайской, индийской системе поддержки. При этом мы не можем спланировать и заявить закупочные цифры даже в пределах года. Я думаю, вот ключевая задача. Отлично работало 13-е издание Государственной фармакопеи. И совершенно внезапно, полгода не прошло, принимается 14-е издание фармакопеи. Зачем? Что такого произошло? А это дополнительные инвестиции. Заставляют снова тратить деньги, перерегистрировать, вносить огромное количество изменений.

Считаю, что уровень химических компаний должен соответствовать фармацевтическим, их уровень аналитики должен быть

одинаковым. А это опять инвестиции – и в персонал, и в оснащение аналитическим оборудованием и методикой. Зачем эти постоянные изменения в регуляторике, когда мы калькируем европейскую фармакопею, но при этом не экспортируем продукцию в Европу? Если мы импортируем, то зачем целиком принимаем внешнюю регуляторику? Поэтому, наверное, это самый большой вызов и для химпрома и для фармпрома.

водством для фармы. Ещё один плюс, что некоторые российские фармацевтические компании покупают у нас эти интермедиаты дороже, чем они стоят при импорте.

Для производства фармацевтики надо иметь базу и партнёров, готовых платить за отечественную продукцию больше, чем за импортные субстанции. Правда, если мы отладим технологии и окупим затраты, конечная цена обязательно снизится.



Модератор:

– В продолжение слов о «дружбе между фармой и химией» прошу поделиться опытом наших производителей.

Алексей Нестеров, генеральный директор ООО «Пермская химическая компания»:

– Когда мы говорим о химии для фармацевтической промышленности, надо разделять крупнотоннажное производство и тонкую химию в малом объёме. Благодаря тому, что 97% тонкой химии для радиоэлектроники – это высокомаржинальная продукция, которая позволяет содержать предприятие и иметь большое количество аналитики, у нас есть возможность заниматься произ-

Михаил Некрасов, генеральный директор, председатель правления ООО «Нанолек»:

– Когда задумывалась и обсуждалась концепция «Фарма-2020», перед нами стояла задача производить все жизненно важные и необходимые препараты в Российской Федерации. На это были выделены большие деньги, проведены конкурсы. За несколько лет обновили технологии производства препаратов, и на сегодня их выпуск увеличен с 15% до 95%. Государство понимает, что такие препараты должны производиться в России, особенно в критической ситуации. Когда нагрянула эпидемия, страны закрылись. Закрылась Индия, Китай, и некоторые фармсубстанции практически исчезли.

Существует список субстанций, которые обязательно должны производиться на территории РФ для её безопасности и независимости. Без химпрома сделать это невозможно.

Я считаю, что не все субстанции нужно производить в РФ. От международной кооперации никуда не деться. В крупнотоннажном производстве активных фармсубстанций тягаться с Индией или Китаем бесполезно. А фармсубстанции для препаратов первой необходимости должны производиться в России. Да, в каких-то случаях это будет дороже. Я думаю, что это мы сделаем. Мы договорились о кооперации с российской компанией, которая делает активные фармсубстанции. Для нас это почти на 50% дороже, но мы идём на этот шаг, чтобы производить необходимые препараты на нашем предприятии.

И не могу не сказать о клубе с именем «Костандов». Костандов – это титан. Это имя я впервые услышал в молодости, когда на



меня «свалился» Чайковский завод по производству синтетического каучука – это пять тысяч работников, огромное производство, ежедневно десятки эшелонов сырья и готовой продукции. Могу отчитаться. Было тяжело, но в 1995–1997 годах мы завод отстояли. На сегодня предприятие процветает.

Модератор:

– 1 декабря 2020 года Владимир Путин провёл совещание по развитию нефтехимической отрасли и отметил, что наша промышленность имеет потенциал выхода не только на внутренний, но и на внешний рынок. В связи с этим вопрос: не настало ли время, когда мы должны уделить больше внимания малотоннажной химии – производству широкого спектра химических реактивов?

Ратмир Дашкин, МИЦ РХТУ:

– Большие объёмы добычи и переработки сырья дают нам возможность наладить производство определённых продуктов, с которыми можно выходить не только на российский рынок, но и на международный, и успешно конкурировать с китайскими производителями. Какую мы сейчас решаем задачу? Организовываем огромную индустрию химпрома и конкурируем с Китаем или же решаем конкретные тактические задачи, связанные с безопасностью РФ, с ограниченным списком веществ, которые должны производиться в России? Эти процессы требуют разных решений и инструментов. Стратегически важные структуры, фармсубстанции или агрохимия – понятные химические продукты и интермедиаты, которые можно производить в России в любой внешнеполитической ситуации. Эту ключевую проблему можно решить только при государственной поддержке.

**Владислав Шестаков, директор
ФБУ «ГИЛС и НП»:**

– Во-первых, не так страшно то, что сегодня Россия завозит порядка 90% импортных субстанций. В других странах складывается аналогичная ситуация, все завозят сырьё из Индии или Китая. Но пандемия показала, что в чрезвычайной ситуации многие страны не справились.

Во вторых, если мы говорим о фарме, в части жизненно важных препаратов должна работать плановая система управления. Если взять международный опыт: японская «Тойота» имеет плановую систему, во Франции «Тефаль» основана на плановой системе и т. д. Поэтому, когда мы говорим

о сегодняшнем дне, давайте разрабатывать межотраслевой план между фармой и химпромом, где Минздрав определяет конкретную потребность в лекарственных препаратах. Сегодня дошли до того, что у нас недостаточно антибиотиков, причём не



каких-то инновационных, а обычных. В СССР такого нельзя было представить. Необходим трёхлетний план производства 215 позиций жизненно важных препаратов, определённых Правительством РФ.

И третье – химическая промышленность должна получить гарантированный трёхлетний план заказа на все интермедиаты, которые в совокупности дадут хороший результат с точки зрения экономики. Нужно будет создать центр компетенций. Мне кажется, в этом заключается выход из сложившейся ситуации.

Александр Малин:

Необходимо добавить, что фарме и химикам не хватает нефтянки. Нефтянка – это возможность глубокой переработки.

Евгений Гончаренко:

– Безусловно, нефтянка необходима. Посмотрите на «Сибур», чья деятельность – это прямое следствие указа президента России об утилизации попутного газа. Также нужно

посмотреть на техническую переработку растительных масел, экспорт которых из года в год растёт, они становятся перспективной компонентной сырьевой базой. Преобразование нефтехимии плюс перегонка растительных масел в технических нуждах открывают широкие возможности для открытия серьёзных инновационных продуктов, аналогов которым в России нет.

Владислав Шестаков:

– Я хотел бы добавить важную ремарку про отраслевые институты. Это значимая часть проекта с определением центра компетенций, который каждый отраслевой институт возьмёт на себя с точки зрения разработки технологий.

Александр Орлов, завершая дискуссионное заседание клуба «Костандов», подчеркнул, что власть готова обсуждать тему совершенствования механизмов государственного регулирования и поддержки производств малотоннажной химии. Уже определены приоритетные продуктовые сегменты с высоким потенциалом импортозамещения, отмечены значительный объём



внутреннего рынка и возможность достижения необходимого эффекта масштабирования для обеспечения конкурентоспособности отечественным предприятиям. ■





НА СТЫКЕ ХИМИИ И ФАРМЫ



ПРЕЗИДЕНТ КОМПАНИИ
«АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ»
АЛЕКСАНДР СЕМЁНОВ

Генеральная цель на стыке химии и фармы – выстроить в России вертикально интегрированную цепочку по бездефицитному снабжению отечественными ингредиентами производств АФС и тем фармсубстанциям, которые необходимы для производства препаратов из перечня стратегически значимых лекарственных средств и списка ЖНВЛП.

Об этом и многом другом, очень важном, в интервью главному редактору информационно-аналитического журнала «Химический эксперт», генеральному директору компании «РЕАТОРГ» Георгию Хачияну рассказал президент компании «Активный Компонент» Александр Семёнов.





— Александр Сергеевич, прежде всего хочу поздравить вас с торжественным открытием завода – новой площадки по производству АФС в городе Пушкине. У вас был долгий и непростой период по реализации этого проекта. На открытии завода присутствовали высокие гости из числа федеральной и региональной власти: премьер-министр, министры промышленности и торговли, финансов, здравоохранения, губернатор Санкт-Петербурга и другие. Это очень серьезный состав делегации. Чем обусловлен визит столь высоких гостей? Это говорит о важности для государства такого производства или это указывает на какие-то другие причины?

— Торжественное открытие завода состоялось 25 декабря 2020 года, однако на проектную мощность мы вышли уже в июле 2020 года. Строительство завода было долгим, но всё относительно. Многие наши партнёры во время посещения завода отметили, что построить такое производство за три года – это круто! Мы же не только построили новое производство субстанций, но и получили все необходимые разрешительные документы.

На официальном запуске нашего производства присутствовали премьер-министр Михаил Мишустин, вице-премьер Татьяна Голикова, министр промышленности и торговли Денис

Мантуров, министр здравоохранения Михаил Мурашко, министр финансов Антон Силуанов, губернатор Санкт-Петербурга Александр Беглов, а также все профильные вице-губернаторы и первые заместители министров. Однозначно, именно в 2020 году было акцентировано внимание государства к локальному производству фарм субстанций.

Стало очевидно, что наличие собственной промышленности для производства активных ингредиентов является критическим фактором успеха в области импортозамещения для нашей страны.

Дефицит активных фарм субстанций, который возник после закрытия экспорта из нескольких провинций в Китае и полного закрытия Индии на несколько месяцев весной 2020 года, конечно, послужил достаточно важным сигналом.

Безусловно, важную роль сыграло и то, что президент страны Владимир Путин во время телемоста на открытии завода «Фармасинтез» в Братске сделал акцент на развитии производства активных фарм субстанций именно в России.

Официальное открытие завода получилось интересным. Хорошо, что удалось не только устроить экскурсию для высоких гостей, но и поговорить на актуальные темы. Речь шла об инвестициях производства активных фарм субстанций,

ингредиентов, интермедиатов для них, реактивов и реагентов.

В связи с этим возникает необходимость обсудить стратегические задачи, которые стоят перед химической промышленностью Российской Федерации. Именно эти вопросы не так давно привели нас в Департамент химической промышленности Минпромторга РФ, где состоялся важный разговор с его руководством. В ходе встречи мы обсудили, что необходимо для достижения взаимовыгодного сотрудничества между компаниями, которые производят активные фармстанции посредством химического синтеза, и компаниями, которые могут производить интермедиаты, реактивы и реагенты в России. Крайне важно выстроить вертикально интегрированную цепочку, которая позволит нам получать необходимые ингредиенты именно в России. И получать их стабильно и за рубли. Это позволит решить проблему бездефицитного снабжения, как минимум, по тем фармстанциям, которые необходимы для производства 215 препаратов из перечня стратегически значимых лекарственных средств, утверждённого Правительством РФ 1 августа 2020 года, и, безусловно, лекарств из списка ЖНВЛП.

— *Что касается объема продукции, которую необходимо выпускать в России с точки зрения текущей потребности, то сколько это в МННах и тоннах?*

— Всё зависит от конкретного производства. Можно построить монозавод, который будет производить сотни тонн какой-то очень важной стратегической субстанции, а можно создать универсальный завод. В своей стратегии мы придерживаемся именно принципа универсальности. На данный момент нами внесено в госреестр более 60 активных фармстанций. Из них более половины – в активном выпуске. Часть субстанций, которые мы разрабатывали и разрабатываем, на данный момент времени морально устарели или их производство стало нерентабельно. Дело в том, что у каждого дженерикового препарата и каждой субстанции существует свой жизненный цикл.

Вместе с тем есть субстанции, которые ждут своего часа, чтобы выйти из-под патента. Мы уже поставили их в синтез и ждём, когда наши партнёры – производители фармпрепаратов – проведут все регистрационные мероприятия и действия, чтобы к моменту окончания патента быть готовыми поставлять эти самые активные фармстан-

станции. Развитие нашего портфеля является для нас стратегической задачей. Мы будем и дальше, в перспективе 3–4 лет, готовить Drug Master File примерно на 8–10 активных фармстанций в год и, возможно, даже больше, чтобы нарастить портфель до 100 позиций через 3–4 года.

— *Это касается первой очереди завода или включая развитие второй очереди? Насколько мне известно, сейчас запущена первая очередь завода.*

— На данный момент запущена первая очередь завода в Пушкине. Кроме того, продолжает работать завод в посёлке Металлострой. Как показала практика, было несколько наивно рассчитывать на постепенное превращение его в большой R&D-центр, где можно ставить синтез и масштабиро-



вать производство от лаборатории и до промышленного выпуска. Практика показывает, что с тем ростом заказов, который у нас сейчас происходит, завод в Пушкине уже сегодня работает на полную мощность и в круглосуточном режиме.

Из трёх производственных участков первой очереди, которую мы запустили, два загружено на 90 процентов. Существующие тактические задачи заключаются в том, чтобы, в частности, дооснастить второй производственный участок несколькими дополнительными реакторами, центрифугами, что позволит стать ему более универсальным. Вместе с тем планируется построить ещё один цех последней стадии очистки и микронизации (он очень востребован), а также возвести вспомогательные помещения для фармсклада.



Параллельно со всем этим мы ведём переговоры о запуске второй очереди. Для нас очень важно понимать и принимать обратную связь от государства. В частности, существует глобальная задача сделать полностью локализованным российское производство цитостатиков, в большом ассортименте и количестве.

Вы, Георгий, наверное, помните историю, которая произошла в IV квартале 2020 года. Про письма Благотворительного фонда Хабенского и других фондов, в которых говорили о дефиците онкологических препаратов. Тогда государство в срочном порядке приняло решение закупать эти препараты за немалые денежные средства за рубежом. На мой взгляд, это решение было верно тактически, но в стратегическом плане требуются другие решения. Производство данных препаратов и фармсубстанций в России – это и есть стратегическое решение.

Но для строительства цеха по производству фармсубстанций и цитостатиков требуются существенные капиталовложения. По нашим приблизительным расчётам, для площади в 2–2,5 тысяч квадратных метров потребуются затратить от 1,5 до 2 миллиардов рублей. При этом создание дорогих производственных мощностей, ориентированных на государственный сегмент, в отличие от коммерческого рынка, требует определённых

гарантий со стороны государства по реализации готовой продукции. Мы ведём такие переговоры. В последние дни уходящего 2020 года в переговорах по заключению долгосрочных договоров наметился прогресс и появился повод для оптимизма. Мы обсуждаем форму офсетного контракта с Санкт-Петербургом и очень надеемся на позитивное решение. В этом случае мы запустим проектирование и строительство второй очереди, ориентированной на цитостатики. Есть определённые планы и на третью очередь.

— Хочу пожелать вам успехов. Проблема как с цитостатиками, так и с поставками сырья для их производства существует давно. В связи с этим следующий вопрос про глубину синтеза на вашем заводе. Иногда, когда начинаешь считать химизм процесса, понимаешь, что одной стадией не обойтись, нужно уходить глубже, это получается и дешевле, и спокойнее. Очевидно, что на 30 или 60 субстанциях данные будут разные, но, в среднем, какая у вас глубина синтеза, и как вам удалось всё это реализовать?

— Говорить про среднее количество стадий — это то же самое, что говорить про среднюю температуру по больнице. У нас разные примеры и

разные истории. Мы всегда исходим, в первую очередь, из рентабельности процесса. На мой взгляд, у «Активного Компонента», в сравнении с другими производителями активных фармсубстанций, хорошие показатели. Такие выводы основаны на аналитике не только по России, но и по всему миру. Мы получаем данные от наших европейских коллег, а также из Китая и Индии. У нас соотношение EBITDA к выручке примерно 22%. Мы хорошо выросли в этом году, будем расти и дальше.

У компании очень амбициозные планы. Как показывает практика, если ты хочешь конкурировать с иностранными поставщиками субстанций, а на 99% мы конкурируем именно с ними – с

над поставками в Словению, Германию и Францию. Очень важно понимать размер себестоимости и уровень цены, которую ты предлагаешь. При этом необходимо соответствовать всем мировым стандартам качества.

Если заниматься только очисткой, то выйти на достаточный уровень рентабельности будет крайне затруднительно, что приведёт к сложностям в развитии новых проектов. У таких компаний отсутствует возможность инвестиций в НИОКР, в R&D, в основные средства для дальнейшего развития. У «Активного Компонента» такая возможность есть. Это достигается посредством углубления синтеза. Наш рекорд составляет 8



производителями субстанций из Китая и Индии, ты должен представить оптимальное предложение в соотношении «цена – качество – логистика» поставки. На данный момент выигрываем у наших индийских и китайских коллег, особенно сейчас, когда есть определённые сложности, но на одной логистике далеко не уедешь. Безусловно, мы работаем практически со всеми российскими предприятиями, и не только с российскими. Кроме того, мы активизировали экспортные поставки в страны ближнего зарубежья: Беларусь, Казахстан. Кстати, очень активно сейчас развивается Узбекистан. Развиваем контакты с сербскими коллегами: поставляем им наши субстанции. Работаем

стадий синтеза. Но, как показывает практика, чем более стабильны твои стадии синтеза, чем более продуман экономический эффект от того, что и как ты делаешь, чем более чётко ты описываешь и создаёшь эти схемы синтеза, тем лучшую себестоимость данного продукта ты и получаешь в итоге. Мы таким образом уже выиграли конкурентную борьбу у нескольких наших иностранных коллег и заключили долгосрочные контракты на производство активных фармсубстанций с нашими российскими заводами.

Кстати, что немаловажно, у нас есть возможность, которую мало кто имеет из иностранцев, – мы способны фиксировать цены в рублях на год.

Мы можем заранее договориться обо всех интермедиатах, заранее приобрести их в нужном количестве и хеджировать наши риски.

Одно из направлений стратегии развития компании – это углубление в большее количество стадий синтеза. Но при этом нельзя забывать о гибкости и скорости. Другими словами, невозможно изготавливать одну субстанцию слишком долго. Должен быть прописан жёсткий план-гра-

ных реактивов, растворителей, оборудования? Меняется ли это соотношение в сторону российского? Если да, то на сколько?

— Меняется, но медленно. Большую часть реактивов и реагентов мы продолжаем покупать за рубежом, но появился свет в конце тоннеля. Мы вышли на конкретику в разговоре с Минпромторгом и с его профильным подразделением по хи-



фик производства минимум на полгода вперёд. Именно такой позиции мы следуем. Важно постоянно находиться в некоей золотой середине: учитывать скорость реагирования на запросы рынка, скорость производства, мобильность и при этом рентабельность самого процесса. Мы стараемся это делать, но наша глобальная, стратегическая задача – это переход в более сложный многостадийный синтез.

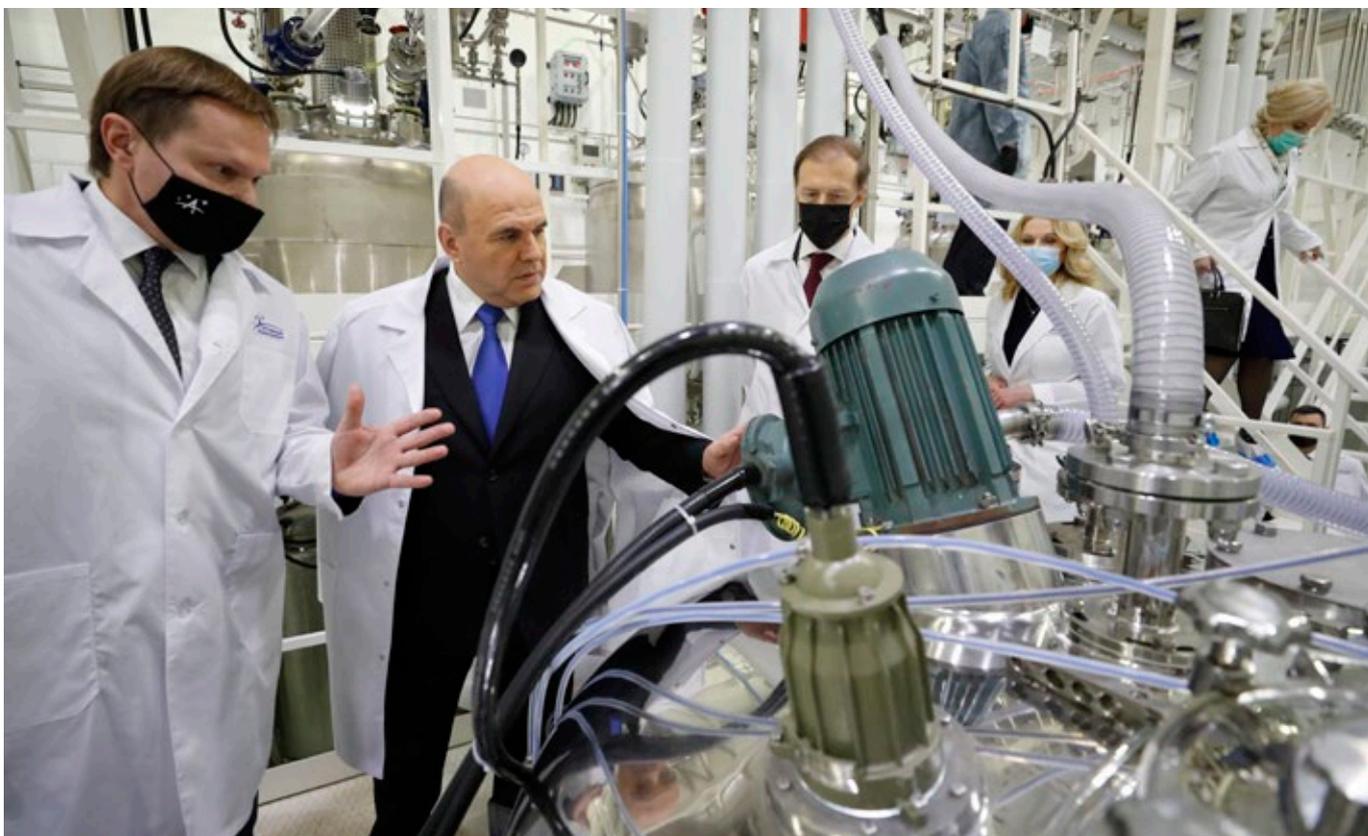
— Таким образом, мы подошли к основной теме взаимоотношений химии и фармы. Чем глубже синтез, тем больше требуется наименований компонентов и интермедиатов. Расширяется выбор поставщиков. Мы много говорили про импортозамещение, про его успехи и так далее. А как обстоят дела в реальности? Например, если проанализировать историю работы за последние 3–4 года. Как изменилось по вашей компании соотношение российских и импорт-

мической промышленности. Нами был подготовлен список необходимых нам 50 интермедиатов, реактивов, реагентов: с перечнем CAS-номеров, с объёмами, которые мы готовы закупать на год, и даже с контрактными ценами, по которым готовы переключиться на российского поставщика. После этого буквально с самого начала 2021 года стала поступать первая обратная связь. Сейчас мы ведём переговоры с семью компаниями. Это российские институты и заводы, производящие нужную продукцию. Но, как говорится, дьявол кроется в деталях. Взять, например, изопропиловый спирт.

Не раз мне говорили, чтобы я перестал беспокоиться по этому поводу, и тут же предлагали изопропиловый спирт «нашего» производства. Но позже выяснялось, что изопропиловый спирт либо не совсем российского производства и в два раза дороже, чем корейский, либо качество не соответствует заявленным нормам. А для нас качество – это приоритет.

Я очень надеюсь, что в ближайшей перспективе зависимость от импорта начнёт снижаться. Для этого важно, чтобы всё-таки прозвучало определённое веское слово со стороны именно профильной государственной структуры, такой как Минпромторг, которое бы подтвердило серьёзность намерений. Насколько мне известно, сейчас Минпромторг проводит серию консультаций с компаниями, которые реально производят субстанции и могут предоставить подобные списки, как это сделали мы. Это нужно для создания пула необходимых интермедиатов, реактивов, реагентов, чтобы сформировать целевой госзаказ.

развития, среди которых выделяются воссоздание и создание лекарственных препаратов. Не фармсубстанций, а именно лекарственных препаратов. Китай уходит от экологически грязных производств, очень жёстко сокращая их. Сейчас демографический фактор для Китая не так актуален, как это было, к примеру, ещё 10–15 лет назад. Население страны стареет. Становится меньше пассивной молодёжи, которую во что бы то ни стало нужно устроить на работу. Поэтому власти не видят ничего страшного в том, чтобы закрыть, скажем, 1000–1500 заводов и переориентировать китайских производителей фармсубстанции на



Когда 25 декабря 2020 года к нам приезжали премьер-министр и профильные министры, один из вопросов, волновавших членов делегации, касался того, используем мы или нет российские компоненты и оборудование. Сейчас обсуждаем систему преференций и льгот для российских производителей оборудования. Надеюсь, нам удастся изменить нынешнюю ситуацию в лучшую сторону.

Если говорить о внешних факторах, стоит обратить внимание на экологическую реформу в Китае. В марте состоится пленум ЦК Компартии Китая, на котором будут установлены жёсткая дорожная карта и задачи на ближайшую пятилетку – до 2026 года. Китай определяет направления

производство китайских лекарственных препаратов, учитывая, что это более рентабельно, да и это в духе Китая – продавать высокомаржинальную продукцию. Помните, когда-то Китай производил все компоненты для автомобилей, а теперь уже продаёт автомобили собственного производства. У меня нет сомнений в том, что спустя два-три года то же самое произойдёт и с фармсубстанциями. Они либо будут стоить гораздо дороже, либо их попросту не будет на рынке. Мы уже сталкиваемся с дефицитом интермедиатов, которые покупали в Китае последние 8–10 лет.

Осенью 2020 года один за другим закрылись два предприятия, поставлявшие нам очень важ-

ный интермедиат для нашей противовирусной субстанции. Сейчас мы находимся в глобальном поиске этого интермедиата. Благодаря обращениям Минпромторга к китайскому правительству вопрос решается, но это, увы, не единичный случай. Можно или громко об этом сожалеть, или искать способы решения возникающих связанных с этим проблем.

Необходимо создать систему стимулирующих мер, которая позволит привлечь инвестиции именно в сектор развития производства фарм-

2020 года запустил производство в Москве. Больше пока не сработало.

— МЭЗ («Московский эндокринный завод») недавно подписал контракт с Москвой на 10 лет.

— МЭЗ – это немного другая история, это государственное предприятие. МЭЗ быстро заполняет ниши, которые не успевают занять остальные. В процессе реализации офсет у «Р-Фарм». Других я не знаю.



субстанций, ингредиентов и интермедиатов. Стимулы могут быть разными: например, субсидирование лизинга на оборудование. Речь о постановлении Правительства РФ от 01.10.2015 № 1047 (ред. от 30.10.2017). Мы просим о его обновлении. Кстати, стоит обратить внимание на индусов, которые выдают своим производителям-экспортёрам лекарственных препаратов и фарм субстанций специальные сертификаты, которыми можно рассчитываться и погашать определённые налоги. И, конечно, нужно перенести систему офсетных контрактов с регионального уровня на федеральный, чтобы полностью раскрыть потенциал этого инструмента. Пока мы с вами знаем, что у нас за 4 года только один офсетный контракт «выстрелил» – Дмитрий Морозов со своей компанией «БИОКАД» в августе

— Что мешает развитию химической отрасли в области фармы? По своему опыту могу сказать, что работа даже с банальным метанолом доставляет немало хлопот на производстве. Работа с метанолом, этанолом, прекурсорами, СДЯВ – всё это отдельная история с учётом хранения, отчётностью и так далее. Как можно структурировать регуляторные инициативы, о которых вы говорили? Каково ваше видение развития отрасли в целом? Более глубокое взаимодействие с Минпромторгом, или, как вы говорили ранее, – это главная роль некоего лидера отрасли в должности вице-преьера, например, который бы курировал и выстраивал всю эту систему?

— Ассоциация фармпроизводителей ЕАЭС, в которую входим мы и ещё ряд достаточно круп-

ных российских компаний – все мы выступаем за то, чтобы был создан межведомственный консультационный орган по вопросам лекарственного обеспечения, в состав которого входили бы представители власти, бизнеса,

В России должны появляться новые производства АФС. По моей оценке, примерно 20–30 заводов, таких как «Активный Компонент», могли бы удовлетворить потребность в основных препаратах из списка ЖНВЛП и перечня 215 стратегически



общественных организаций. Возглавить его необходимо как минимум вице-премьеру. Одна из основных функций такого органа может быть, в том числе, тактический мониторинг и коррекция стратегической дорожной карты, которая должна войти в программу «Фарма-2030». Это бы касалось производства активных фарм-субстанций, выявления перечня наиболее востребованных в долгосрочной перспективе фарм-субстанций, обеспечения определённых госгарантий и создания этой товаропроводящей цепочки. И, безусловно, создания системы инвестстимулов для этой цепочки.

Постановление «третий лишний» показало свою эффективность, и многие иностранные компании локализовали производство своих препаратов, у локальных производителей появился стимул к инвестициям в развитие портфеля. Пришло время договариваться о новом инструменте для стимулирования производства локальных субстанций. Например, приоритет в госзакупках отдаётся препаратам, произведённым не только в России, но и из локальной субстанции.



значимых лекарственных средств. Возможно, то, о чём я говорю, с точки зрения конкуренции звучит неожиданно, но в стратегическом плане мне как акционеру «Активного Компонента» выгодно, чтобы конкуренция была у нас, внутри России, с другими подобными производствами. Тогда наш голос зазвучит гораздо громче и станет более убедительным. Это однозначно нужно делать. И не в будущем, а уже сейчас, в 2021 году. ■

Глубокая интеграция химической и фармацевтической отраслей очевидна каждому.

В этой кооперации, связанной многими нитями сотрудничества, существует немало вопросов и проблем, которые требуют постоянного мониторинга, обмена опытом и мнениями, принятия решений и различных законодательных инициатив. Жизнь и деятельность участников индустрии, а это многочисленные фармкомпании, машиностроители, химики, технологи, строители уникальных производств, наука и образовательный сегмент, важно добавить отраслевые и экономические СМИ, постоянно контролируются регулятором в лице государства. Вместе с представителями власти повестку дня формирует бизнес, представленный её лидерами: профессионалами с большим опытом успешно реализованных проектов. С просьбой рассказать о своём видении проблем и путях их решения мы обратились к одному из таких людей, человеку, пользующемуся большим авторитетом и уважением, Алексею Геннадьевичу Нестерову, генеральному директору ООО «Пермская химическая компания».

Г. Х. – Алексей Геннадьевич, мой первый вопрос общего характера, про малотоннажную химию в стране и в Пермском крае, который всегда был одним из центров химической индустрии.

А. Н. – В Пермском крае химия есть и малотоннажная, и крупнотоннажная, поскольку здесь присутствует ряд крупных отраслевых предприятий. Среди них «Лукойл», «СИБУР», который запустил линии по новым продуктам, «Метафракс», «Промхимпермь», «Синтез» и другие. Но это крупнотоннажная химия, её трудно отнести к хайтековской, так называемой fine chemicals. Если говорить о fine chemicals, то в Пермском крае кроме нас практически никто не присутствует в этом сегменте. С точки зрения сложной химии из крупных предприятий фактически мы единственные. Мы теперь тоже стали крупным предприятием. Несмотря на то, что номенклатура у нас небольшая, тем не менее, регулярно выпускаем примерно 20–25 продуктов. Конечно, номенклатура гораздо шире, но это в основном заказной синтез. С точки зрения наших поставок на российский рынок их можно назвать мизерными. Анализ показывает, что на российский рынок мы поставляем меньше одного процента продукции. Хотя это десятки миллионов рублей суммарной выручки по нашим продуктам сложной химии.

Г. Х. – Многие фармкомпании с опаской относятся к продукции российских производителей малотоннажной химии. Возможно, это привычка работать с Китаем или неудачно заключенные ранее контракты. Как может выглядеть интеграция отраслей в малотоннажной химии в России? Интеграция с какими отраслями может способствовать развитию малотоннажной химии в стране? В каких отраслях работают ваши клиенты, если говорить об экспорте.

А. Н. – Экспорт нашей продукции ориентирован на производителей передовой, современной микроэлектроники. Основные потребители это Япония и США. Немного отправляем в Великобританию, Германию, Италию. Начали прямые поставки в Южную Корею. То, что поставляем в Европу, это небольшой заказной синтез, такие вещества, которые тоже являются интермедиатами для фармацевтики. Что касается поставок внутри страны, то это: половина для фармацевтики, а другая половина это вещества для композиционных материалов. Их основной потребитель – ГК «Роскосмос». Это направление очень перспективное в связи с санкциями со стороны США, которые коснулись произ-

FINE CHEMICALS FROM RUSSIA



Алексей Геннадьевич Нестеров,
генеральный директор ООО «Пермская
химическая компания»

водства двигателей, где используется углеволокно, карбидо-кремневые волокна. Все эти ограничения вылились в многолетние задержки с выпуском современной техники и негативно сказываются на международной интеграции, в которой очень много плюсов. Но, к сожалению, Россию постоянно ограничивают, поскольку Россия является глобальным конкурентом для очень крупных компаний. Вспомните негативную реакцию в США, когда были заключены первые контракты на поставку этих сложных волокон для нашей авиационной техники, объясняя это тем, что США предоставляет преференции для конкурента «Боинга». В этом смысле, конечно, рынок fine chemicals в России достаточно большой. Но, к сожалению, Россия находится ещё только на начальном этапе. Такое положение связано с тем, что, к великому сожалению, до всех этих санкционных войн в России этому не уделялось должного внимания. Сейчас к развитию этого направления подключились многие, в том числе благодаря господину Авдееву Виктору Васильевичу создан Технопарк при университете (Ред. Виктор Васильевич Авдеев, председатель совета директоров ГК УНИХИМТЕК, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химической технологии и новых материалов химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова). Появились весьма интересные разработки, но нам предстоит пройти большой путь, чтобы прийти до уровня наших конкурентов. В первую очередь, это Япония и США, которые выпускают эти самые сложные вещества с минимальными примесями, из-за которых критично меняется использование данных веществ. Если же говорить о фармацевтике и недоверии, с которым относятся наши потребители к отечественным производителям, о чём вы упомянули в своём вопросе, то здесь вопрос не о недоверии. Это связано с тем, что, действительно, российские предприятия далеко не все могут обеспечить необходимую чистоту и качество для фармы. Но микроэлектроника предъявляет более высокие требования по качеству, нежели в фарме. Если в фармацевтике мы рассматриваем содержание основного вещества с тремя, иногда четырьмя девятками, то в микроэлектронике примеси котируются миллиардными долями. То же самое и в производстве композиционных материалов. Возвращаясь к фарме, конечно, важно понимать громадные масштабы производства в Китае и Индии. К сожалению, доля России в этом сегменте, как это ни обидно, мизерная. Это доли процента или проценты от всего мирового потребления. И когда мы рассматриваем обращения к нам о том, чтобы сделать интермедиаты для фармстан-

ций только для России, без возможности экспорта, то нужно понимать, что выпуск необходимых простых компонентов исчисляется сотнями тонн, производимых в Китае, а всё российское годовое потребление не более одной тонны. Очевидно, что сырья для этого нет. Сейчас в России нет ни одного предприятия, которое производило бы несложные, но важные химические компоненты и вещества. Поэтому покупать приходится в Китае, к тому же в небольшом количестве, что сразу влечет появление наценок. Китайцы, понимая для чего нужно нам это сырьё, устанавливают ещё и дополнительные наценки, дабы не составлять себе же конкуренцию. Соответственно, это сырьё приходит



в Россию в малом количестве и при малой переработке, естественно, затраты достаточно высоки. Когда мы рассматриваем более сложные вещества, по некоторым из них потребление в России не более сотни килограммов в год, а мировое потребление это сотни и тысячи тонн. Очевидно, что тот, кто производит не сто килограммов, а в сто раз больше, будет иметь меньшие эксплуатационные затраты. Но проблема в том, что такое сложное сырьё в России не производится вообще.

Периодически у нас возникает мысль сделать свое собственное сырьё. Но нужно понимать, что создание установки для этого требует гигантских затрат. Безусловно, с точки зрения безопасности России это можно рассматривать, но не такому предприятию как наше. Для этого нужно принять сложное решение. Нужно выделить большие деньги и понимать, что из-за низкой рентабельности

окупаться они будут очень долго. Так будет до тех пор, пока не появится возможность экспортных поставок. Кроме того, выход на зарубежные рынки предполагает еще и множественный итерационный этап, который нужно пройти. Необходимо зарегистрировать здесь и приступить к выпуску, ещё нужно получить все регистрационные удостоверения в других странах и при этом ещё конкурировать с теми, кто присутствует там и производит аналогичную продукцию в больших количествах. Вопрос тяжёлый. Двадцатый год показал, что может произойти, когда все страны мира резко ограничили поставки своих лекарственных препаратов на экспорт, даже при наличии контрактов.



Серьёзные ограничения коснулись всей линейки ключевых фармпрепаратов. Поэтому необходимо у себя развивать такие возможности. Но на это способно только государство. Так как частный бизнес, как правило, участвует в развитии в основном высокорентабельных проектов.

Г. Х. – Вы коснулись болезненной темы – сырья. Закупая его для своих нужд, каким поставщикам отдаёте предпочтение, российским или зарубежным? Каково это соотношение и как оно меняется с годами? Можно говорить о том, что этот вектор направлен в сторону увеличения закупок у отечественных поставщиков?

А. Н. – Последние два года показали, что по такому сырью, как фторные мономеры, мы увеличили объём закупок в России. Это произошло, когда

у производителя этой продукции сменилось руководство. Кстати, это единственное предприятие в России, которое производит это сырьё. Процесс его закупок происходил по синусоиде. Вначале мы увеличили закупки в России, но после увеличения отпускных цен для нас со стороны поставщика – естественного монополиста, причём существенно, мы переключились на Китай. При том же качестве сырья китайские партнёры стали поставлять нам по существенно более низкой цене. При очередной смене руководства у российского поставщика нам вновь предложили конкурентную стоимость, после чего мы вновь увеличили закупки у отечественного производителя. Мы и сейчас большую часть мономера-3 закупаем в России. Но не весь, чтобы обезопасить себя от возможных в дальнейшем негативных изменений. Но есть простые вещества, которые раньше в России производились всегда. Например, йод. Теперь у нас он только импортный. Как это ни смешно, у нас есть всё для производства йода, но до сих пор мы не можем получить качественный российский йод.

Существуют свои сложности и с растворителями. Взять всем известный изопропиловый спирт – ИПС. Нам нужен АИПС и только, потому что у нас очень высокие требования к содержанию примесей. Мы закупаем его и в России, но долгое время покупали немецкий, потому что российский поставляли нерегулярно и невысокого качества, либо при подписанном контракте не могли поставить вовремя. А у нас экспортная продукция, которую нельзя отсрочить и т. д. У нас очень жёсткие требования по срокам поставки, по качеству и всему остальному. Мы бы с огромным удовольствием приобретали в России и только в России. У нас огромные предприятия, но к сожалению, не всегда это получается. По растворителям мы в основном переключились на российских поставщиков. Но всё равно, как это ни смешно, мы немецкий покупаем по той же цене или даже дешевле, чем в России. Как такое может быть? Конечно, такое сырьё как цинк и т. д., мы покупаем в России. Но это не самые дорогие вещества. А для фармацевтических препаратов сырьё на 99% мы импортируем, в том числе и из Китая, но не всё. Среди импортеров Германия, Франция и другие страны.

Г. Х. – Давайте поговорим ещё об одной наболевшей проблеме, о кадрах. Где вы берёте их, учитывая специфику отраслевых профессий? Как проходит процесс найма? Как вы решаете эти вопросы?

А. Н. – Это действительно сложный вопрос, особенно когда речь идёт о химии, с которой мы работаем. Химическая отрасль сама по себе сложная, плюс вероятность пожаровзрывоопасных ситуаций, выбросов ядовитых веществ и газов, и других ЧС. Недавно я проанализировал кадровую ситуацию в компании. У нас 87% персонала – это люди с высшим и средним специальным профильным образованием. На сегодняшний день средняя зарплата на нашем предприятии выше аналогичного показателя по Пермскому краю, по отрасли. Поэтому, если исходить из уровня зарплаты наших сотрудников, то это упрощает решение задачи. Но существует



вопрос территориальной удалённости, учитывая, что предприятие находится не в центре Перми, а край у нас большой. Вопрос транспорта мы решаем с помощью своего автопарка и договорённостями с транспортными компаниями. Но комплекс параметров гораздо шире. Мы находимся в постоянном диалоге с вузами. Сложности есть и здесь. Ведь фактически только 10% выпускников химического факультета продолжают карьеру по специальности, а остальные расходятся кто куда. В кадровой сфере присутствует и «миграционная» составляющая: когда сотрудники отраслевых предприятий переходят из одной компании в другую, иногда этот круг замыкается и они возвращаются туда, откуда уходили когда-то. Мы не приветствуем такое, но, конечно, мы их принимаем вновь. У себя на предприятии мы уделяем огромное внимание условиям труда и вопросам

безопасности, повышению эффективности труда, бытовым условиям и качеству жизни. Правда, это имеет и обратный эффект. Для реализации всего этого за последние полтора года провели большой комплекс мероприятий, что было достаточно дорого, но позволило в первую очередь повысить безопасность. Но после аттестации, последовавшей за этим, оказалось, что порядка 10% рабочих мест перестали иметь характеристики, описанные в «Списке производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда», работа в которых даёт право на дополнительный отпуск, сокращённый рабочий день, соответствующие доплаты. Лишившись этих льгот, некоторые сотрудники решили уволиться. Конечно, это их выбор.

Кадровые проблемы были всегда и никуда не уйдут.

Г. Х. – Кадры решают всё! Давайте вернёмся от персонала на производство. Расскажите, пожалуйста, про оборудование.

А. Н. – В основном мы используем отечественное оборудование. Доля российского оборудования на наших производствах растёт. Хочу отметить хорошее качество этого оборудования. Иногда оно изготавливается для нас по специальным чертежам. Недавно мы нашли отличную российскую компанию, где покупаем оборудование для эмали. Их качество на уровне мировых стандартов. Но, к сожалению, профили, металл и другие элементы не получаются. К сожалению, пока у них отсутствует кооперация с нашими предприятиями для устранения этого пробела. Последнее время мы стали заказывать много специального пластикового оборудования.

В нашем парке присутствует и зарубежное оборудование. Например, газоанализаторы для сложной химии у нас импортные. В России их нет. И ни у кого нет планов по созданию такого оборудования. Оборудование закупаем в Китае и в Японии. Покупаем и европейское оборудование, но по стоимости оно существенно дороже, чем в азиатской части континента. Стекланные и эмалированные элементы в больших реакторах используем только импортные. Хотя стекло для лабораторий хорошего качества покупаем в России.

Г. Х. – Это радостно слышать, хотя многие говорят, что с оборудованием у нас беда. Мой следующий вопрос про меры поддержки со стороны Минпромторга в вопросах интеграции с поставщиками российского сырья. У фармпро-

изготовителей накопилось много вопросов о том, где брать сырьё? Как, на ваш взгляд, должна строиться работа, связанная с регуляторикой и мерами поддержки со стороны Минпромторга?

А. Н. – Вопрос с одной стороны несложный, но непростой с точки зрения реализации. Своё мнение и предложения, как представитель частного бизнеса, я высказывал много раз на различных площадках и в кабинетах. Мы должны производить востребованную продукцию и с прибылью, которую все последние годы реинвестируем в развитие, что увеличивает капитализацию компании и создаёт большие возможности.

Государство может пойти двумя путями. Первый – выделить деньги на строительство подконтрольных ему предприятий, которые в первую очередь связаны с вопросами безопасности страны, понимая, что прибыль при этом будет либо нулевая, либо отрицательная в течение долгого времени. Второй путь – преференции бизнесу. Можно выдать субсидию и в случае, если предприятие выполнило свои обязательства, оставить её предприятию. Вместе с этим минимизировать определенные налоги и т. д. Для этого у государства, существует немало механизмов. Сейчас ситуация меняется в лучшую сторону, появляются разные возможности, хотя и они сопряжены с решением сложных вопросов. Например, это касается субсидий, которые ещё пять лет назад было невозможно получить. Сегодня это возможно с рядом ограничений. Воспользоваться такими субсидиями, к сожалению, могут не все компании. Кроме того, получение субсидий влечёт множество отчётов и проверок, в том числе и из прокуратуры, в течение нескольких лет. Поэтому нужно всё взвешивать: брать субсидию или кредитоваться в банке. Здесь очень важно доверие со стороны государства, что, конечно, не отменяет контроля. Причём нужно ориентироваться в этом не только на предприятия-гиганты, которые, кстати, не всегда могут сделать сложную малотоннажную продукцию, востребованную в стране. А вот для малых предприятий таких субсидий крайне мало.

Г. Х. – Расскажите, пожалуйста, про ваши планы. Как говорили раньше, на ближайшую пятилетку.

А. Н. – Безусловно, мы хотим расширяться и развиваться, но планы зависят от заказов. От того, какие это заказы. Если мы получаем заказ на несколько лет вперёд, то, конечно, мы с удо-

вольствием идём в него. Но если рассматривать вопрос развития шире, то у нас в ежегодных планах включение в новое производство двух-трёх продуктов. Это очень существенная динамика и развитие. Эти продукты из категории fine chemicals. Внедряя их в производство, у нас только на лабораторные исследования уходит минимум год, после чего они переносятся на производство, которое в свою очередь требует масштабирования, причём процесс масштабирования в несколько ступеней, и каждая из них не более, чем в десять раз от предыдущего уровня. Для отдельных препаратов у нас существуют отдельные производственные линии, рассчитанные исключительно для их выпуска. Всё это относится и к аналитике. К расширению мы готовы, мы понимаем, куда можно двигаться.

Г. Х. – Алексей Геннадьевич, большое спасибо, что нашли время и ответили на мои вопросы. Спасибо за содержательный и важный разговор, в котором наш читатель найдёт много ценного и полезного для себя. В завершение хочу пожелать вам и вашему замечательному коллективу всяческих благ и неуклонного развития. ■



«ПРОСТАГЕНИН» ИЗ УСТЬ-СЫСОЛЬСКА



КУЧИН АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ, ДОКТОР ХИМИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР, ЧЛЕН-КОРР. РАН, ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ФГБУН ФИЦ «КОМИ НЦ УРО РАН»

Город Усть-Сысольск, а на языке коми – Сыктывкар, появился на карте России почти четверть тысячелетия назад, а четверть века назад, в декабре 1995 года здесь же в столице Коми на существовавшей научной базе был создан Институт химии Уральского Отделения Российской академии наук. Многие десятилетия в лабораториях института успешно проводятся фундаментальные исследования в области органической и неорганической химии. Кроме того, наряду с этим разрабатываются и инновационные технологии производства новых материалов. Чтобы узнать о том, что происходит сегодня в одном из самых интересных научных центров страны, мы обратились к доктору химических наук, профессору, член-корреспонденту РАН, заведующему лабораторией органического синтеза и химии природных соединений, главному научному сотруднику Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Александру Васильевичу Кучину.

— Александр Васильевич, примите наши сердечные поздравления и позвольте в этой связи попросить вас рассказать, для решения каких задач был создан институт, и по каким основным направлениям в нём ведутся сейчас работы.

— Основная задача нашего Института была сформулирована Отделением химии Академии наук, когда было принято решение о создании специализированного НИИ, которое будет заниматься непосредственно и химией растительных веществ. Поэтому это ключевое направление нашей работы.

Есть и традиционно лесохимическое – извлечение и работа с низкомолекулярными компонентами хвойных деревьев, суммарные экстракты для сельского хозяйства, стимуляторы роста и защита растений, что помогает отказываться от гербицидов и других мощных и избирательных, но синтетических препаратов. У наших веществ преимущество в их биоразлагаемости. Делаем препараты и для животноводства.

Развиваются работы, связанные с растительными полимерами – лигнин и целлюлоза. Различные модификации, в том числе идут доклинические исследования по целому ряду лекарственных препаратов.



И, конечно, самые различные технические направления. Это, в частности, сорбенты, композиционные материалы. Данное направление основано на целлюлозных полимерах или лигно-целлюлозных матрицах.

Есть работы с традиционной пирохимией. Пиролиз, древесный уголь, смолы, дёготь, которые снова востребованы. Есть и фармакологическое направление, основанное на использовании низкомолекулярных компонентов растительного происхождения в качестве сырья. Мы сделали несколько веществ-лидеров, по которым уже проведены доклинические исследования. Это два препарата от сердечно-сосудистых заболеваний. Можно говорить, что на основе полисахаридов получено вещество, которое не просто заменяет гепарин, но и существенно его превосходит, так как в нём нет примесей, характерных для гепарина. Одно из последних достижений – простагенин, вещество, которое убирает воспалительные процессы в предстательной железе. Увы, не успели его включить в доклинические испытания

по программе «Фарма-2020», но уже большой объём работы был проведён у наших партнёров в Томске.

—А какие центры кроме вашего Института работают сейчас в сфере химии природных веществ?

— Перечислю только основные действующие научные центры в России. Прежде всего упомяну ТИБОХ, Тихоокеанский институт биоорганической химии. Там ведутся работы и по женьшеню, и по элеутерококку, полисахаридам и т. д. В Иркутске ведутся и синтетические исследования, и лесохимические проекты на основе полимеров.



Научные институты Красноярска в основном специализируются на технической области применения целлюлозы и её производных. На Алтае есть академический институт химико-энергетических технологий, который занимается фундаментальными и прикладными специальными исследованиями. При нём есть опытное производство. Очень любопытное применение нашли в Бийске для микрокристаллической целлюлозы. Это та целлюлоза, которая шла на «пороха» и т. д. Её применили в таблетках для похудения. В Барнауле в Алтайском государственном университете издаётся журнал «Химия растительного сырья».

Нельзя не упомянуть Новосибирский институт органической химии. Там отличная школа химиков-синтетиков, которые работают на базе низкомолекулярных компонентов. Примечательно, что химики работают рука об руку с фармакологами. Это даёт серьёзный синергетический эффект.

На Урале главная точка – Уфа. Там представлена и обычная синтетическая химия, и химия природных соединений. В Екатеринбурге, Перми серьёз-

ная синтетическая химия (Институт органического синтеза и т. д.) но пока не развито именно направление работы с природными соединениями.

В Нейво-Рудянке (Свердловская обл.) находится самый старый и лучший в Союзе лесохимический завод, который выпускал природную и синтетическую камфору. При этом выпускал десятками тысяч тонн. В основном она использовалась как стабилизатор для порохов, но часть её шла и на медицинские нужды.

В европейской части России – это известный академический центр, колыбель российской органической химии – Казань. Замечательные специалисты в Нижнем Новгороде – ЦНИИЛХИ,

все о характеристиках действующего вещества. Все доклинические и клинические испытания должны проводиться на индивидуальных веществах или на смесях, но жёстко охарактеризованных. В отличие от китайской, индийской или монгольской медицины, где часто используются суммарные экстракты.

Этот тренд на выделение вещества и жёсткое описание всех его свойств понемногу сходит на нет. Пришло понимание, что суммарные экстракты, если их хорошо описать, жёстко стандартизовать компонентный состав, свойства отдельных компонентов или фракций, вполне пригодны для фармакологии.



Центральный НИИ лесохимической промышленности.

И, конечно же, в Москве много замечательных институтов. Главная точка – Институт органической химии РАН им. Н. Д. Зелинского. Ещё важный институт – ВИЛАР, который замечательно совмещает исследования и внедрение препаратов.

— Недавно были опубликованы прогнозы, что за ближайшие 10 лет продажи препаратов на основе природного сырья вырастут более чем в шесть раз. В 2020 они составили 80 миллиардов долларов, а к 2030 ожидается рост продаж до 500 млрд. Есть ли основания для таких оценок?

— Да, предпосылки к этому есть.

На фармацевтическом рынке препараты из растительного сырья или с модификациями занимают до трети от общего объёма. Надо учитывать, что и американская и европейская системы сертификации всегда были очень жёсткие с точки зрения доказательной медицины. Речь прежде

Положительное отношение к природным веществам всегда присутствовало, но сейчас активно продвигается тезис «природное значит безопасное». Вместе с принятием азиатских трендов в европейской доказательной медицине это действительно открывает большие возможности для лекарственных препаратов на основе веществ растительного происхождения.

— Вы рассказали о двух препаратах для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Какие сложности в России могут возникнуть при переходе к их производству и коммерциализации?

— Очень показательна программа «Фарма-2020». Она реализовывалась Министерством промышленности и торговли и Министерством образования и науки. Изначально подразумевалось, что субсидироваться будут не только доклинические, но и клинические исследования. Увы, от этой идеи быстро отказались. Но даже и софинансирование для доклинических ис-

«ПРОСТАГЕНИН» ИЗ УСТЬ-СЫСОЛЬСКА

следований по этой госпрограмме было искать весьма сложно. Наш бизнес не любит рисковать, а горизонт инвестиций очень невелик. Но справились.

А вот дальше мы попали в замкнутый круг. Бюджетных денег на клинические испытания нет. Речь о вложениях может идти только на стопроцентной продаже технологии.

Кроме того, клинические испытания по сути можно начинать только тогда, когда уже есть предприятие, которое будет промышленно производить субстанцию. При этом субстанция должна производиться в условиях GMP. Одновременно должна быть заинтересованность и фармакологической фирмы и непосредственно производства.

— *Есть ли запросы к отрасли на разработку новых продуктов?*

— Не много, но есть. К примеру, последние десять лет в нескольких университетах КНР заинтересовались нашим способом выделения веществ водой без использования органических растворителей. Ряд производителей заинтересовался её применением в работе с их растениями, используемыми в традиционной китайской народной медицине. Мы договорились, что будет разработана технология по переработке корня астрагала. Их интересуют оригинальные технологии экстракции, чтобы перейти от продажи порошков к продаже экстрактов в таблетках.

— *В чём может заключаться преимущество отечественных препаратов на основе природных веществ?*

— В огромной научной базе, которая осталась от Советского Союза, да и поддерживалась в течение последних 30 лет. То есть многие эксперименты, испытания уже проведены. Это даёт существенную прибавку в скорости исследований на отдельных направлениях, что мы, к примеру, увидели в случае с российской вакциной от коронавируса.

— *Это вселяет оптимизм! Большое спасибо, Александр Васильевич, за интересное и содержательное интервью! Мы ещё раз поздравляем ваш Институт с 25-летием и желаем всяческих успехов, а главное – здоровья!*



Инновационные экологически безопасные технологии комплексной переработки лесопромышленного сырья с получением веществ и материалов технического и биомедицинского назначения

ФГБУН ФИЦ «Коми НЦ УРО РАН»



КУЧИН АЛЕКСАНДР
ВАСИЛЬЕВИЧ,
РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ,
ДОКТОР ХИМИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОР, ЧЛЕН-КОРР.
РАН, ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ
СОТРУДНИК ФГБУН ФИЦ
«КОМИ НЦ УРО РАН».

Цикл работ обеспечивает развитие новой лесной стратегии РФ – повышение эффективности использования ресурсов и переход к современному высокодоходному, экологически устойчивому развитию (перечень поручений Президента РФ Пр-1816, пп. 2к-1, 2к-5, 06.11.2020)

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАБОТЫ

Разработаны и реализованы ресурсосберегающие технологии комплексной переработки лесопромышленного сырья с целью получения конкурентоспособных продуктов и материалов для сельского и лесного хозяйства, ветеринарии, медицины, нефтедобывающей промышленности, органического синтеза.

ОСНОВНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИДЕЯ

Комплексная рациональная переработка доступного возобновляемого древесного сырья с применением принципов зеленой химии для получения практически значимых инновационных веществ и материалов, востребованных отечественной промышленностью.



ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПРАКТИКИ

Разработаны экологически безопасные методы переработки растительного сырья способом экстракции без использования токсичных и экологически опасных веществ и реагентов. На основе биологически активных компонентов хвойной древесной зелени получены высокоэффективные средства защиты и стимуляторы роста растений Вэрва и Вэрва-ель; кормовые добавки, активированная угольная добавка для профилактики микотоксикозов. Разработано и предложено 7 препаратов для практической ветеринарии на основе живицы сосновой, дегтя соснового и компонента «Биоэффектив W».

Разработана технология и получены эффективные сорбенты на основе древесной лигноцеллюлозы для очистки и восстановления природных объектов от нефтезагрязнений. Получена линейка биополимерных порошков, представляющих собой неволокнистые формы целлюлозы и лигноцеллюлозы, востребованных в производстве продукции пищевого, медицинского, химического назначения.

Предложен комплексный подход по очистке сульфатного скипидара от сернистых соединений и получению на их основе практически важных продуктов (диметилсульфоксида, сульфохлоридов и тиолсульфонатов). Разработаны оригинальные способы синтеза функциональных производных

терпеноидов – перспективных лекарственных средств. Разработаны инновационные фармацевтические субстанции для профилактики и лечения социально-значимых сердечно-сосудистых заболеваний: Диборнол и Диборнол-ГЭК.

ОБЪЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

В результате хозяйственной деятельности ООО «НТП ИХ КНЦ УрО РАН» за 2007-2020 гг.: создано 5 рабочих мест; произведено и отгружено 148.415 т препаратов; реализация препаратов составила 34.74 млн рублей; выплачены дивиденды – 200 тыс. руб.; выплаты по договору неисключительной лицензии составили 362.35 тыс. руб. С 2010 г. предприятиями Агро-промышленного комплекса РФ (ПФО, ЦФО, СЗФО, ЮФО) приобретено более 2.5 тыс. т угольной кормовой добавки и 1.7 тыс. т хвойно-энергетической кормовой добавки, 12 т вете-ринарных композиций. Реализация продукции ООО НТЦ «ХИМИНВЕСТ» составила 522 млн руб.



ДОСТИГНУТЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И/ИЛИ СОЦИАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ

Экономическая эффективность препарата Вэрва составляет от 9 до 140 тыс. руб./га в зависимости от культуры, препарата Вэрва-ель – более 10 тыс. руб./га; кормовой добавки Вэрва в результате стимуляции молочной продуктивности и сокращения продолжительности сервис-периода дойных коров эффективность составляет 22–26 тыс. руб. на голову. Экономическая эффективность применения хвойной энергетической добавки составляет 2.37 млрд руб.

По аналитическим данным DSM group доля в объеме аптечных продаж ЛС в России в октябре 2020 г. препаратов АТС-группы С для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы составила ~ 12.7% – порядка 12.6 млрд рублей (с НДС). ■

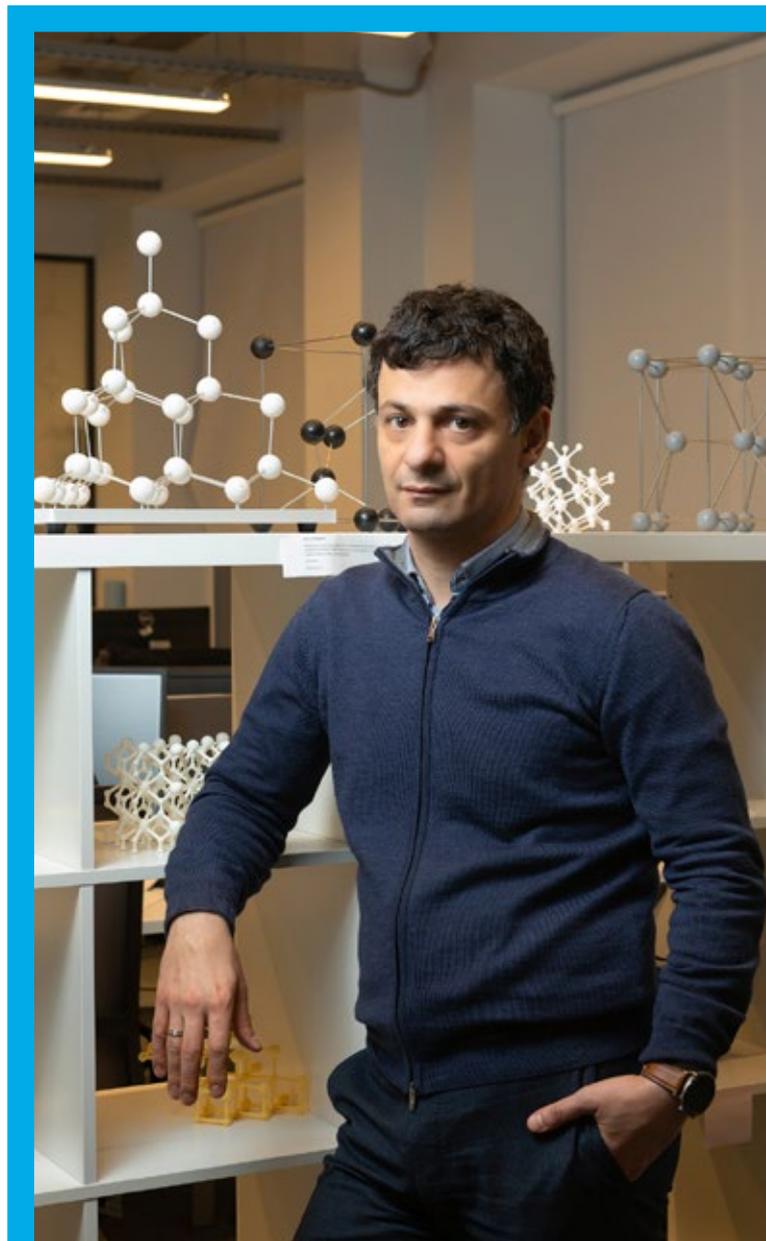
В моей лаборатории

В 2011 году журнал «Форбс» включил Артёма Оганова в список 10 самых успешных российских учёных, работающих как в России, так и за рубежом.

В 2013 году, помимо лаборатории в США, он создал и возглавил лаборатории в России и в Китае. В 2014 году журнал «Эксперт» включил Артёма Оганова в список 100 наиболее влиятельных россиян.

Учёный с мировым именем: химик, кристаллограф, минералог и материаловед, Артём Оганов – профессор Сколтеха и МИСиС, действительный член Европейской академии, Королевского химического общества и Американского физического общества.

Мы встретились с Артёмом, чтобы задать ему вопросы, на которые нет ответов ни в одном существующем с ним интервью. Это вопросы из области фармацевтики и химии, но начнём мы с программы, которая признана научным сообществом как один из многих успехов Артёма Оганова.



ПРЕДСКАЗА- НИЯ АРТЁМА ОГАНОВА

— *Артём, вы занимаетесь интересными исследованиями – предсказанием кристаллической структуры материалов. Один из их результатов – созданная вами программа USPEX. Расскажите, пожалуйста, о ней подробнее. Интересно, как она работает в области органики со сложными кристаллическими молекулами.*

— Программа USPEX изначально создавалась для предсказания структуры неорганических кристаллов, но она постоянно развивается, и в 2012 году мы её расширили для органических кристаллов. Разница в том, что оргкристаллы являются молекулярными кристаллами, а предмет предсказания кристаллической структуры – упаковка

материалы. Речь идёт о материалах типа графена, поверхностях кристаллических и вообще твёрдых тел и межзёренных границ. Большинство окружающих нас материалов являются поликристаллическими и состоят из маленьких кристаллических зёрен, контактирующих друг с другом по большому числу межзёренных границ. Что происходит на этих границах, не совсем понятно. Какая там структура, какие там свойства? Иногда довольно экзотичные.

Наконец, теперь программа работает и с полимерами, наночастицами, молекулами – предсказывает их структуру по заданному составу или даже без него.

Получается много интересного, но всё это пока не даёт нам возможности предсказывать лекар-



С великим итальянским физиком Микеле Парринелло

заранее сформированных молекул. Мы добавили возможность работы с молекулами, а не с атомами в качестве строительных единиц. USPEX может работать и со сложными молекулярными соединениями, но есть ограничения, которые мы сейчас пытаемся убрать. Программе пока сложно работать с молекулами, которые имеют много внутренних степеней свободы, то есть являются гибкими. Если молекула может принять много различных конформаций, то помимо упаковки молекул нам нужно предсказать, в какую конформацию эта молекула перейдёт внутри кристалла. Это не всегда легко. В данный момент мы работаем над тем, чтобы снять это ограничение.

Затем программа USPEX была расширена для некристаллических веществ, таких как двумерные

свойства и токсичность. Такие свойства можно предсказывать с помощью машинного обучения. Этим сейчас занимаются многие группы. Мы – пока нет, но думаю, что у нас это впереди.

Если у вас есть база данных молекул, например, противораковых, то можно натренировать математическую модель, которая будет связывать их структуру со свойствами. Затем «прошерстить» другие молекулы и вычленишь те, которые потенциально будут противораковыми. Когда мы доберёмся до этой задачи, то сможем предсказать молекулы, которые наиболее вероятны в синтезе и в то же время обладают нужной нам лекарственной активностью и минимальной токсичностью. Это первое направление. Ещё одна задача – когда вам уже известна молекула, обладающая нужными

ми свойствами, но вы хотите оптимизировать её биодоступность. Многие лекарственные препараты обладают слишком низкой растворимостью, что ограничивает их эффективность. С другой стороны и высокая растворимость может создать проблемы. Среди способов подобрать оптимальную растворимость лекарства – создание новых кристаллических модификаций вещества или сокристаллов (то есть кристаллов, состоящих из двух или более типов молекул – скажем, нашей лекарственной молекулы и другой, безвредной молекулы).

— Я более 20 лет после института связан с химией, которая касается фармацевтики, это синтез АФС, либо потенциальных биологически

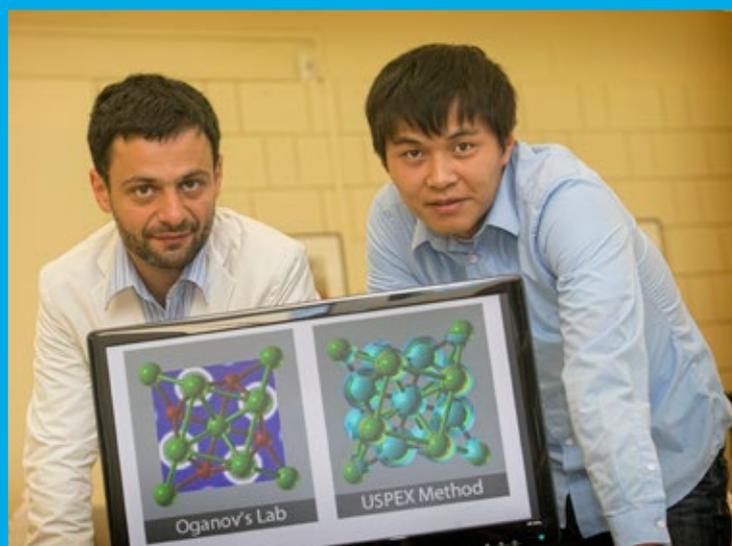
быть молекула, с методом получения этого кристалла? Программа позволяет это делать или это дело будущего?

— Если вещество является термодинамически стабильным, то условия его синтеза можно рассчитать, в противном случае – нет. С другой стороны, именно в органической химии научились это делать, основываясь на научной интуиции. Вы, конечно, помните Роберта Вудворда, который провёл синтез молекулы витамина В12, самой сложной молекулы, которую написать на бумаге – уже головная боль. В своё время среди химиков ходили слухи, что Вудворд продал душу дьяволу, потому что человек придумать синтез такой сложной



С нобелевским лауреатом Роальдом Хофманом у нас 2 совместные работы.

С моим учеником, ныне профессором Цяном Чжу



активных веществ, в начале нашей деятельности была очень популярна программа SAAP, которая определяла необходимые параметры молекулы для синтеза.

Сейчас проблема, как ни странно, перешла в другую плоскость – в логистику. На сегодня она заключается в том, как довести вещество в нужное место и так, чтобы оно работало плавно, пролонгированно, к определённому времени. Как довести и правильно развести – вы над этим работаете? Мы на практике сталкивались с проблемой, когда в таблетке нужна конкретная модификация кристалла, а другие не работают. В связи с этим вопрос. Осуществим ли обратный анализ с учётом того, какая должна

молекулы не может. Но, как показала жизнь, может! Возможно, в неорганике люди тоже скоро научатся планированию синтеза.

— Действительно. Один мой хороший товарищ пошутил: вся неорганика закончилась на книжке Некрасова «Общая химия» 1953 года. Если говорить о прикладной науке, ваше изобретение нетипично для неорганики. Как применяются на практике соединения, созданные при экстремальных условиях?

— Например, если говорить о высоких давлениях, то сейчас идёт своеобразная гонка за сверхпроводимость при комнатной температуре.

Я и моя лаборатория участвуем. Мы предсказали и получили новые материалы с максимальной температурой сверхпроводимости 253°K, это -20°С. Мы близки к мировому рекорду, который принадлежит американским учёным – 288°K, то есть +15°С. Это близко к комнатной. Но всё это при высоких давлениях. Сейчас стоит задача получить комнатную сверхпроводимость без давления. Как это сделать, никто пока не знает, но во время работы с высокими давлениями появились идеи. Может

— Да, такое возможно, но это за рамками наших методов. Мы работаем с однофазовыми материалами. Но в принципе, различные добавки, позволяющие использовать межзёрненные границы для более лёгкого растворения, уменьшение размера кристаллов и прочие стратегии можно сочетать.

— Конечно, здесь самое интересное – понимать, какой ты получишь кристалл. Сейчас в фармацевтической химии появляются новые истории,



Лекция в Гонконге

быть, комнатная сверхпроводимость при обычных давлениях тоже будет получена.

Также мы работаем и при обычных давлениях со сверхтвёрдыми и ультратвёрдыми материалами. В частности, у нас был проект с «Газпромнефтью», нацеленный именно на поиск ультратвёрдых материалов, не требующих высоких давлений для создания. И сейчас у нас есть интересные результаты по термоэлектрическим материалам. Работаем также над созданием материалов для термобарьерных покрытий для лопаток в газовых турбинах, защищая их от перегревов. Они позволят долгое время эксплуатировать турбинные лопатки при температуре гораздо выше стандартной рабочей.

— Возвращаясь к фармацевтической отрасли, нельзя не поговорить о доступности – ключевой проблеме фармы. Может ли помочь в предсказании использования смеси органических и неорганических кристаллов вместе с какими-нибудь инертными веществами? Велись ли в этой области исследования?

После лекции. Гонконг



связанные с увеличением эффективности за счёт изменения кристалла. Возможно ли проведение экспериментов, которые могли бы приблизить нас к решению этих проблем?

— Да. Уже давно разные группы по всему миру создают методы для предсказания полиморфов – новых кристаллических модификаций того же вещества, и это делается именно с целью оптимизировать фармакологические свойства того же самого вещества, в частности, его растворимость.

— Спасибо, это был самый важный ответ. Именно с модификациями сталкиваемся и мы в том числе. Нам тоже поступают запросы на разработку, и здесь важно понимать, как выходить на это, как это делать. Спасибо!

Кандидат технических наук,
доцент **Зубов Дмитрий
Владимирович**



Кандидат технических наук,
доцент **Филиппова Елена
Борисовна**



Аспирант
**Пысин Максим
Дмитриевич**



Аспирант
**Шушпанов Виктор
Сергеевич**

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

**Зубов Дмитрий Владимирович^{1,2}, Филиппова Елена Борисовна¹,
Пысин Максим Дмитриевич¹, Шушпанов Виктор Сергеевич¹**

¹ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева;

² Государственный университет по землеустройству

Аннотация

Рассмотрена история и предпосылки возникновения цифровых двойников, сделана попытка систематизации решаемых цифровыми двойниками задач. Проведён анализ предложений по российскому рынку цифровых двойников технологических производств. Предложено использовать микросервисный подход для создания цифровых двойников.

Ключевые слова: цифровой двойник, микросервисная архитектура, оптимизация технологических производств, моделирование процессов.

ВВЕДЕНИЕ

Исторически хорошо известна практика создания реальных, физических моделей перед реализацией значимых проектов: гипсовые или глиняные прототипы скульптур, которые позднее предполагается выполнить в бронзе или мраморе, модели архитектурных зданий и сооружений, которые позволяют оценить визуальное восприятие выбранной конструкции, её соответствие окружающему пространству, оценить эффекты различного освещения в различное время дня и года. Широко применялись модели при разработке конструкций мостов, плотин, сводов – при правильном выборе размеров элементов, конструкционных материалов и имитирующих реальность нагрузок удавалось найти распределение механических напряжений, слабые места конструкций, выбрать лучшие решения без дорогостоящих и опасных опытов на реальных масштабах. Конечно, многие решения могут быть подсказаны достижениями в теоретической механике, сопротивлении материалов, теории механизмов и машин и других отраслях науки, но они были хорошо разработаны для множества «типовых» случаев и требовали дополнительных исследований для уникальных или новых конструкций. Значительную помощь оказали методы фотоупругости и других достижений, позволяющие исследовать реальное поле напряжений при любых конфигурациях нагрузок. Однако даже если есть возможность создания уменьшенной модели, то всё равно требуется значительное время на её исследование, обнаружение слабых мест, переделку и новое исследование.

При переходе к построению движущихся объектов – моделей паровозов, автомобилей, летающих устройств – быстро было обнаружено, что поведение полномасштабных крупных изделий существенно отличается от уменьшенных моделей, что привело к необходимости активно развивать методы теории подобия, также очень востребованные в химической промышленности при переходе от установок лабораторного масштаба к стендовым и от них – к промышленным. Теория подобия дала крепкую основу для расчётов и модификации процессов и отдельных аппаратов, но реальные производства состоят из множества аппаратов, между которыми существуют разнообразные связи, и анализ поведения системы потребовал новых методов – системного анализа и ряда других. В конечном счёте в середине XX века оказалось, что имеет смысл воспользоваться

методом электрогидравлических аналогий – создать при помощи электрических элементов (сопротивлений, индуктивностей, ёмкостей и т. д.) аналог гидравлической, пневматической цепи, даже более того – химического или биотехнологического производства (в том числе – с системой регулирования), даже экосистемы, и с достаточной точностью исследовать проходящие в системе процессы, чувствительность переходных процессов к параметрам системы, настройкам регуляторов, делать практически важные выводы. Мощным достоинством аналоговых машин являлась быстрота самого моделирования (на порядки быстрее, чем в реальных системах) и сравнительная простота создания модели. К сожалению, отмечалась «капризность» некоторых экземпляров моделирующих машин, их точность и воспроизводимость результатов не всегда удовлетворяли потребителей. Тем не менее, уже удавалось в некоторых случаях использовать полученные модели для поиска оптимальных настроек регулятора или даже для формирования оптимального управления, для обучения и оценки квалификации оператора.

Появление цифровых вычислительных машин дало резкий толчок для развития методов математического моделирования, в частности, метода конечных элементов, появилась возможность компьютерного инженерного анализа. Одним из первых коммерческих пакетов в этой области стал Nastran, представленный в 1972 году. Пакет непрерывно совершенствовался и по сегодняшний день является одним из основных в своей области – позволяет решать широкий круг инженерных задач в механике (как в статике, так и в динамике, в том числе – переменной массы), гидродинамике, теплообмене и т. д. Бурное развитие персональных ЭВМ в 1980-е и 1990-е годы привели к широкому распространению как специализированных вычислительных пакетов для моделирования и оптимизации различных процессов (например – Aspen HYSYS, 1996), так и систем широкого назначения – MathCAD, MatLab (+Simulink), LabVIEW. Параллельно развивались пакеты SCADA для управления технологическими процессами и различные программы-тренажёры для операторов различных производств. Постепенно сложилась концепция цифрового двойника – многомасштабное моделирование комплексной системы, по возможности полно и точно отображающее жизненный цикл и работу своего близнеца.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК

Цифровой двойник – это уже значительно больше, чем просто моделирование процессов системы, и даже больше, чем просто основанное на моделировании проектирование. Цифровой двойник позволяет решать качественно новые задачи [1].

Реальное производство работает в режимах: пуска/наладки (при строительстве или после реконструкции); регламентном режиме; режиме изменения производительности; режиме перехода на новое сырьё или продукцию; режиме останова, режиме ликвидации нештатных ситуаций и их последствий, режиме вывода из эксплуатации.

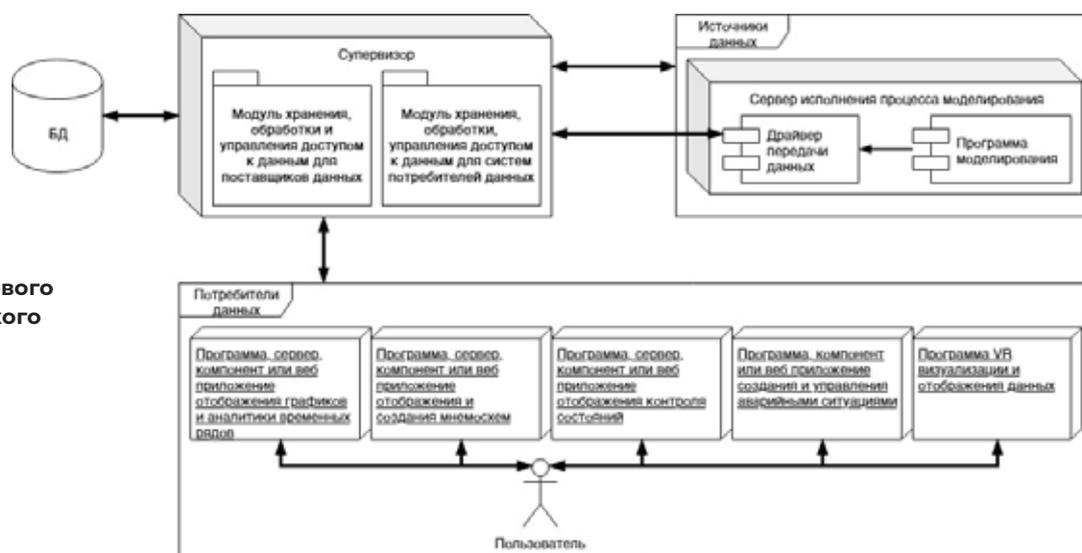
При этом как на этапе проектирования, так и в реальной работе возникают следующие категории задач:

1. Пространственно-архитектурные решения: выбор местоположения зданий и сооружений, их этажности, несущих конструкций, пространственные решения, учёт ограничений по технике безопасности, монтажу и обслуживанию, прокладке коммуникаций, проектирование вентиляции (в том числе – аварийной), расчёт и обеспечение температурного и влажностного режимов. К этой категории примыкают задачи перемещения персонала, перемещение посетителей, моделирование и разработка мер по предотвращению несанкционированного проникновения, обеспечению аварийной эвакуации. Также сюда могут быть включены такие задачи, как моделирование распространения животных, насекомых (особенно для моделирования производств в сельском хозяйстве), контаминация микроорганизмами (пищевая и биотехнологическая отрасли) и так далее.

2. Технологические решения: моделирование химических и физических процессов на различных микро- и макроуровнях, моделирование аппаратов, технологических цепочек, поиск режимов – стационарных и динамических, обеспечивающих требуемые показатели качества продукции, доказательство реализуемости и устойчивости процесса; проверка материальных и энергетических балансов. Построение циклограмм работы оборудования, построение графиков потребления ресурсов. Анализ устойчивости полученных экстремальных значений, анализ их изменения при вариациях работы оборудования.

3. Автоматизация и управление: моделирование контуров управления в среде моделирования технологии (самая идеализированная ситуация, способная выявить только структурную неустойчивость); моделирование работы конкретных датчиков, линий связи, контроллеров, SCADA-систем, действий оператора, отказов линий связи, исполнительных механизмов, регулирующих органов. Учёт запаздываний, сбоев, запаздывания и ошибок действий операторов, имитация запаздывания и аварий исполнительных механизмов. Диагностика отказов оборудования, линий связи, сбоев ПО, выработка стратегии действий по минимизации последствий.

Разработка системы управления с учётом многосвязности процессов, создание автономности контуров управления за счёт моделирования, подстройка настроек многоконтурных систем, использование предикторов и построение прогноза их работы с учётом возможных рисков и прибылей. Учёт ограничений реальных систем –



1 - Структура цифрового двойника химического производства



2 - Фрагмент динамической модели технологического процесса в среде Unisim

ограничение на мощность управления, борьба с интегральным насыщением, шумом в измерительных контурах, дребезгом реле. Использование систем управления с переменной структурой. Моделирование систем аварийной защиты.

4. Программные технологии, сетевые технологии и информационная безопасность: визуализация зон доступа, проверка их правильности; моделирование работы систем аутентификации и авторизации, последствий в случае их сбоев, моделирование инцидентов безопасности, их последствий. Работа систем в случае аппаратных сбоев и отказов на стороне поставщиков услуг. Моделирование сбоев систем энергоснабжения, работы резервных систем. Моделирование обновления ПО, проблем при развёртывании. Моделирование и учёт лицензий на использование ПО

5. Технологическое оборудование: учёт износа используемого оборудования (разные варианты, зависящие от типа оборудования, например у реле – число срабатываний, у клапана – количество открытий/закрытий, у конвейера – прошедший поток, у многих типов двигателей, насосов – время использования и т. д.), планирование предупредительных ремонтов и обслуживания (смазка, чистка каналов теплообменников и т. д.), проверка метрологических характеристик датчиков (время реакции [у датчиков температуры и давления из-за пузырей газа, осадков, растрескивания наполнителей и т. д. может резко увеличиваться постоянная времени, что ухудшает показатели качества управления], калибровка и т. д.), обслуживание, ремонта и замены КИПиА, линий связи. Учёт запасных частей и резервного оборудования.

6. Экономические показатели: выплаты персоналу; расчёт текущей себестоимости; запасов продукции, сырья и полуфабрикатов; моделирование и оптимизация цепочек поставок как материальных ресурсов, так и энергетических.

7. Экологическая обстановка: расчёт выбросов (в том числе и прогнозных), расчёт полей загрязнения с учётом прогнозной и текущей метеорологической обстановки; расчёт экологических платежей, изменение технологических режимов (производительности) при неблагоприятной об-

становке (безветренная жаркая погода и т. д.). Распространение загрязнений по рекам, в литосфере.

8. Организация работы персонала: учёт имеющегося персонала, наличие образования, квалификации, действующих лицензий, прогноз потребности в персонале каждой категории на будущий период (с учётом режима работы реального завода), планирование ухода в отпуск, на пенсию, увольнения, приёма на работу, обучения.

Из представленных категорий задач видно, что в идеале должен быть некий надёжный (возможно – облачный) сервис, который помогает обеспечить успешное функционирование производства в самых разных ситуациях, например – самостоятельно обнаруживать отказы датчиков, линий связи и даже в таких условиях обнаруживать (или предполагать) причины аварий и выдавать оператору возможные варианты действий. Разумеется, это нереализуемо одним программным пакетом и потребует совместной работы программного обеспечения разных производителей.

Что же можно найти на российском рынке в начале 2021 года?

Наиболее удовлетворяет изложенному выше (судя по описанию и, конечно, только частично) предложение компании Factory5, предлагающее прогнозирование технического обслуживания и ремонтов оборудования, оптимизационное управление производственными активами, сценарное моделирование для поиска оптимальных решений в сложных многопараметрических системах в реальном времени. Ближе к нему располагается предложение компании Connective PLM [3] – с помощью «Цифрового двойника» предполагается управлять ключевыми параметрами изделий, технологическими и производственными процессами, эксплуатационными режимами и проигрывать сценарии «что, если» без риска и вмешательства в реальное производство.

Компания Complex Project [4] под цифровым двойником понимает, видимо, только само здание или сооружение, т. е. решает только первую

категорию задач в нашей классификации и поэтому едва ли подходит для химических производств.

Компания HMPS Business [5] предлагает решение, которое должно отвечать за мониторинг, диагностику и управление инженерными и производственными системами, 3D-визуализацию функционирования объекта; моделирование работы оборудования в различных условиях; обеспечение промышленной безопасности; автоматизацию систем технического обслуживания и ремонта, получение достоверных аналитических отчетов в автоматизированном режиме. Выглядит это очень многообещающе, но, видимо, компания также только в начале своего пути.

ООО «Дилибриум» предлагает системы имитационного моделирования, но они, видимо, ориентированы на проблемы логистики, что, конечно, ценно для задач складского комплекса, но не покрывает всех категорий, введенных для химического производства.

Кафедра информационных компьютерных технологий РХТУ им. Д.И. Менделеева разработала цифровой двойник промышленного производства метанола [1], который представляет собой информационную систему, состоящую из следующих основных компонентов:

1. технологическая схема процесса производства метанола, созданная на базе программного пакета для моделирования технологических процессов UniSim;

2. база данных технологических параметров моделируемого технологического процесса и команд, поступающих с интерфейса оператора (аналог «лёгкой» SCADA);

3. веб-интерфейс, реализующий отображение данных моделируемого процесса в режиме реального времени;

4. разработанное на платформе UNITY 3D-виртуальное пространство завода, производящего метанол, с учётом реального взаимного расположения технологического оборудования, трубопроводов, сооружений, внутризаводских проходов и проездов.

Для объединения всех компонентов в единую цифровую инфраструктуру разработана система управления, которая решает следующие задачи:

1. контроль работы технологической схемы;
2. двунаправленная передача данных между всеми компонентами системы;
3. передача технологических параметров для отображения в веб-интерфейс и виртуальное пространство с возможностью управления технологическим процессом в режиме реального времени;

4. прогнозирование и предотвращение аварийных ситуаций, возникающих в системе.

На основе данных, генерируемых цифровым двойником, система управления технологическим процессом может прогнозировать развитие процесса и вносить необходимые управляющие воздействия, препятствуя возможным сбоям в работе, отклонению от регламентных режимов, а также тестировать различные сценарии работы промышленного оборудования с целью поиска оптимальных или критических технологических параметров процесса, отработки сценариев пуска и остановки отдельных аппаратов.

На опыте создания и эксплуатации упомянутого цифрового двойника можно утверждать, что внедрение цифровых двойников помимо очевидных преимуществ даст и проблемы, традиционные для внедрения больших программных систем: сложность совместной работы программных модулей, разрабатываемых и обновляемых по отдельности, сложно локализуемые программные сетевые ошибки, что вынуждает задуматься о необходимости использования микросервисной архитектуры и использования технологий виртуальных машин и вычислительных облаков для устранения проблем, связанных с конкретным аппаратным обеспечением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам анализа рынка можно утверждать, что технология цифровых двойников доросла до этапа промышленного внедрения и востребована потребителями. В ближайшие годы следует ожидать формализации требований к цифровым двойникам и наступления соответствия между ожиданиями потребителей и возможностями поставщиков такого рода решений. Видимо, появятся новые трудности и проблемы, которые будут решаться, скорее всего, с помощью облачных технологий и систем SaaS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов Д.В. Проектирование распределенной экосистемы передачи данных цифрового двойника / Пысин М.Д., Зубов Д.В., Филиппова Е.Б., Шушпанов В.С., Кольцова Э.М., Крашенинников Р.С., Лобанов А.В. // Автоматизация в промышленности. – 2021. – № 1. – С. 15-19. DOI: 10.25728/avtprom.2021.01.02
2. Factory5 – российский разработчик ПО для промышленных предприятий. URL: <https://factory5.ai/>
3. Connective PLM. URL: <https://connective-plm.com/blog/digitaltwinplant-connective-plm>.
4. Проектно-инжиниринговая компания Complex Project. <https://ssdproject.ru/>
5. Компания HMPS Business. URL: <https://hmps-business.ru/services/cifrovaya-transformaciya.html>
6. ООО «Дилибриум» URL: <https://dilibrium.ru/simulation-modeling/>

РЕАТОРГ

ПРОЕКТЫ ПОД КЛЮЧ

**КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
МИРОВОГО УРОВНЯ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ
И ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**



КУДЫНЮК
ОЛЕГ СЕРГЕЕВИЧ,
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ДИРЕКТОР «РЕАТОРГ»,
ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ
ЧЛЕН ISPE.

Сферой деятельности компании «РЕАТОРГ» является реализация проектов под ключ в фармацевтической и химической отрасли: от проработки технического задания до запуска в эксплуатацию и получения квалификационной документации.

Компания решает и локальные задачи, например, установка новой или доработка уже действующей производственной линии, подбор и поставка отдельных единиц оборудования, расходных материалов, сырья, в том числе и для лабораторий.

Разработку технологии производства, предпроектную подготовку и подбор оборудования ведут инженеры-технологи с профильным образованием и опытом успешно реализованных проектов.



РЕАТОРГ обладает компетенциями в следующих областях:

- 1. химическая технология производства синтетических биологических активных веществ (АФС, ХСЗР, продуктов тонкого органического синтеза);**
- 2. химическая технология производства пептидных препаратов;**
- 3. технология производства твёрдых лекарственных форм (таблетки, капсулы и т. п.);**
- 4. технология производства стерильных жидких лекарственных форм (растворы, лиофилизаты и т. п.);**
- 5. технологии, защищающие персонал при работе с высокоактивными и токсичными субстанциями;**
- 6. технология производства биофармацевтических субстанций;**
- 7. аналитические и микробиологические лаборатории.**

Разработка технологии и подбор оборудования ведётся в соответствии с актуальными требованиями надлежащих практик для производства (сGMP) и лабораторий (сGLP). Ряд сотрудников РЕАТОРГа являются действующими членами ISPE, что позволяет компании быть в курсе последних достижений и тенденций в фармацевтической промышленности.

Подбор оборудования и выбор его поставщиков ведётся исходя из бюджета проекта и оценки рисков. Оценка рисков позволяет подобрать более бюджетное вспомогательное оборудование, которое не влияет на качество конечного продукта, и сэкономить средства для покупки более качественного основного технологического оборудования.

Строительство производственного здания и монтаж сетей инженерного обеспечения ведётся под авторским надзором специалистов РЕАТОРГа.

Сварка заготовок, монтаж трубопроводов для чистых сред и термостатирования технологического оборудования, а также пусконаладку оборудования и ввод его в эксплуатацию ведут штатные монтажные бригады и сервисные инженеры, так как надёжность этих систем и надлежащее функционирование напрямую влияет на качество готового продукта.

Комплексный подход Компании «РЕАТОРГ» при организации нового или модернизации существующего производства позволяет сэкономить время, оптимизировать издержки и защитить инвестиции Заказчика, так как во главу угла ставятся технология и качество конечного продукта!

REATORG TECHNOLOGIES™ – российская торговая марка, под которой Компания РЕАТОРГ с 2016 г. осуществляет конструирование и производство оборудования для химической промышленности и смежных отраслей (фармацевтической, пищевой, косметической, агрохимической и пр.).

Всё оборудование проектируется и выпускается в соответствии со стандартами Российской Федерации, техническими условиями и имеет сертификаты соответствия и может применяться на объектах химической и фармацевтической промышленности. По заказу клиента могут быть установлены комплектующие, имеющие сертификат ТР ТС 012/2011, что позволяет устанавливать его в помещениях со взрывоопасной средой.

Оборудование REATORG TECHNOLOGIES™ проектируется с применением последних научно-технических решений и разработок в соответствии с требованиями заказчика и технологического процесса, что делает каждую произведённую установку уникальной. В своей работе РЕАТОРГ использует опыт и компетенции в области химической технологии, процессов и аппаратов, а также знания технологических регламентов и стандартов, законодательных актов РФ.

Для создания оборудования используются комплектующие собственного производства, ведущих российских и зарубежных производителей, что позволяет снизить стоимость продукции при сохранении европейского уровня качества!

Под маркой REATORG TECHNOLOGIES™ производится следующее оборудование:

- 1. реакторные установки (на базе стеклянных, эмалированных и стальных реакторов);**
- 2. системы для ректификации и дистилляции;**
- 3. ёмкости (стеклянные, из нержавеющей стали);**
- 4. скрубберы и абсорбционные колонны;**
- 5. автоклавы из титана и специальных сплавов;**
- 6. нутч-фильтры.**

Оборудование REATORG TECHNOLOGIES™ уже зарекомендовало себя и нашло своё применение в проектах ведущих фармацевтических и химических производственных и научно-исследовательских компаний: ЗАО «БИОКАД», ООО «НАТИВА», АО «БИОХИМИК», ООО «НПО ПЕТРОВАКС ФАРМ», ООО «МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР», ФБУН ЦНИИ ЭПИДЕМИОЛОГИИ РОСПОТРЕБНАДЗОРА, АО «ЩЁЛКОВО АГРОХИМ» и др.

REATORG TECHNOLOGIES™ – КАЧЕСТВО, НАДЁЖНОСТЬ, ОТВЕТСТВЕННОСТЬ!



НЕСТАНДАРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ REATORG TECHNOLOGIES™ ДЛЯ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ АФС

ЗАДАЧА

Проектирование, производство и поставка технологического оборудования, монтажные и пусконаладочные работы для участков очистки, сушки и фасовки АФС.

ОСОБЕННОСТИ

Цех включает в себя три производственных участка, два из которых предназначены для работы с высокоактивными субстанциями (ОЕВ4, ОБУВ менее 10 мкг/м³ воздуха рабочей зоны).

Для первого производственного участка была спроектирована, изготовлена и смонтирована реакторная установка на базе стеклянных реакторов для растворения, фильтрации и высаживания АФС. Установка представляет собой два стеклянных химических реактора рабочим объёмом 50 л, с одноуровневыми якорными мешалками из стали с фторопластовым покрытием, двумя мерными ёмкостями по 25 л (одна ёмкость оборудована охлаждающим змеевиком), обратными холодильниками площадью 0,75 м², фторопластовыми картриджными фильтрами для горячей фильтрации. Реакторы подключены к линиям термостатирования (датчики температуры заведены на термостаты для точного контроля температуры), линиям вакуума через обратные холодильники, азота, связи с атмосферой. Для защиты сосудов от избыточного давления установлены разрывные мембраны. В контакте с продуктом находится боросиликатное стекло 3.3, фторопласт-4 (PTFE), фторопласт-50 (PFA), тантал (покрытие мембраны мановакуумметра). Все материалы имеют сертификаты. Шкафы управления реакторами вынесены в техническую

зону, а по месту установлены посты управления во взрывозащищённых корпусах.

Для второго участка инженерами Компании «РЕАТОРГ» была спроектирована и установлена система REATORG TECHNOLOGIES™ на базе эмалированных реакторов. Реакторная система предназначена для растворения, фильтрации и высаживания АФС. Обвязка состоит из двух стеклянных мерных ёмкостей, двух обратных холодильников площадью 1,5 м², стеклянными линиями для подключения вакуума, азота, связи с атмосферой, загрузки растворителей в мерные ёмкости. Для отсечения стеклянной обвязки при работе под давлением установлены дисковые затворы с фторопластовым покрытием. Для подключения сред и связи реакторов друг с другом используются фитинги с фторопластовым покрытием (PFA) и шланги. Шкафы управления реакторами вынесены в техническую зону, а по месту установлены посты управления во взрывозащищённых корпусах.

Для всех участков были поставлены приёмные ёмкости из нержавеющей стали для фильтрата, отводимого от фильтр-сушилки и центрифуг. Приёмные ёмкости оснащены обратными холодильниками из боросиликатного стекла 3.3, через которые ёмкости подключаются к линии вакуума.

Для защиты персонала на участках, где производятся высокоактивные субстанции, были применены сплит-клапаны ChargePoint PharmaSafe. Применённые технологии позволяют работать с сухими порошками высокоактивных субстанций вплоть до веществ с ОЕВ4 (OEL=10 мкг/м³ воздуха рабочей зоны).

Силами собственной монтажной бригады Компании «РЕАТОРГ» было проложено около 1000 м технологических трубопроводов из нержавеющей стали – линии термостатирования, хладагента, вакуума, азота, сжатого воздуха, воды очищенной, связи с атмосферой, продуктопроводы. Были изготовлены опоры из нержавеющей стали, сделано более 50 проходок через стены и

потолки (в том числе чистых помещений), произведена теплоизоляция и ожеуховка линий термостатирования и подачи хладагента, проведён рентген-контроль сварных соединений категорируемых трубопроводов (силами специализированной организации), проведены пневматические испытания на прочность и герметичность, проведена промывка трубопроводов.



УСТАНОВКА СИНТЕЗА **REATORG TECHNOLOGIES™** НА БАЗЕ СТЕКЛЯННЫХ РЕАКТОРОВ

ЗАДАЧА

Проектирование, изготовление, монтаж, пусконаладка и ввод в эксплуатацию 2 установок синтеза на базе стеклянных реакторов.

Для решения поставленной задачи Компанией «РЕАТОРГ» были разработаны две установки синтеза REATORG TECHNOLOGIES™ на базе стеклянных реакторов на 30, 50 и 100 л каждая для работы с высокоактивными веществами (до OEB4) во взрывозащищённом исполнении.

Сложность задачи состояла в том, что требовалось разместить реакторную установку в чистом помещении с высотой потолков 2300 мм и её размеры не превышали бы 3000×900 мм. Также

все реакторы должны были быть связаны друг с другом стеклянными трубами или гибкими шлангами с покрытием фторопластом, которые рассчитаны на работу под вакуумом и с неполярными жидкостями.

Так как планировалось работать с высокоактивными веществами, было необходимо предусмотреть безопасный способ загрузки сыпучих компонентов в реакторы, который бы обеспечил защиту на уровне OEB4 (10 мкг/м³ воздушной среды рабочей зоны).

Для дозирования жидких компонентов было необходимо предусмотреть съёмную мерную ёмкость, что в условиях небольшой высоты помещения стало непростой задачей.

ДВЕ СТЕКЛЯННЫЕ РЕКТИФИКАЦИОННЫЕ КОЛОННЫ **REATORG TECHNOLOGIES™** С КУБОВЫМИ ЁМКОСТЯМИ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ (ВЗРЫВОЗАЩИЩЁННОЕ ИСПОЛНЕНИЕ).

ЗАДАЧА

Проектирование, изготовление, монтаж, пусконаладка и ввод в эксплуатацию двух модулей для получения особо чистых веществ.

Для решения поставленной задачи были разработаны два модуля для получения особо чистых веществ, каждый из которых состоял из стеклянного реактора (200 и 50 л), модуля фильтрации, установки ректификации, состоящей в свою очередь из перегонного куба из нержавеющей стали AISI 321, четырёхметровой колонны, приёмников,

мерников и обвязки из боросиликатного стекла марки 3.3.

Сложность задачи состояла в том, что при ограниченном бюджете требовалось получить готовое решение «под ключ».

Специалистами РЕАТОРГа были найдены технические решения, подготовлены 3D-модели установок и конструкторские чертежи. Разработана и установлена система автоматизации. Также были произведены стальные компоненты, сборка систем, пусконаладочные работы и ввод установок в эксплуатацию.



СТЕКЛЯННЫЙ РЕАКТОР REATORG TECHNOLOGIES™ С РУБАШКОЙ

ЗАДАЧА

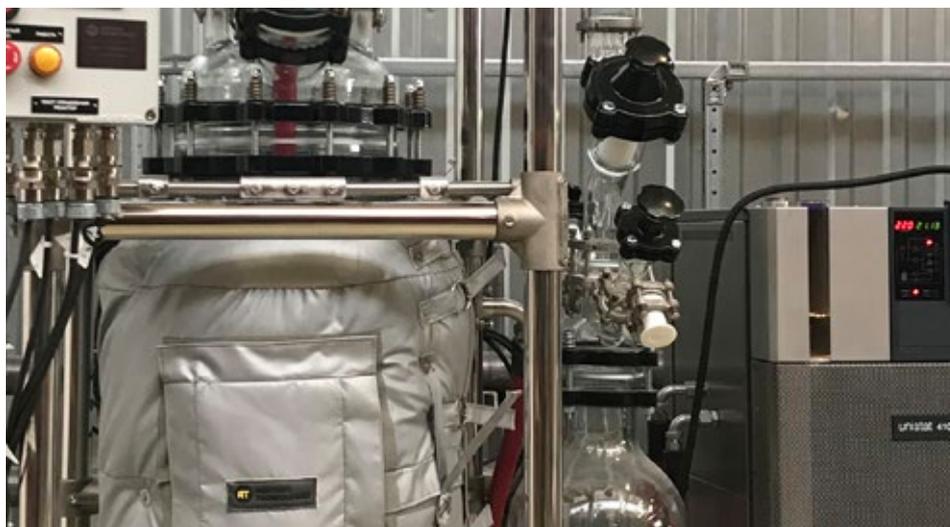
Проектирование, изготовление, монтаж, пусконаладка стеклянного реактора с термостатом и перистальтическим насосом.

Сложность задачи состояла в том, что требовалось разместить реакторную систему в бокс с высотой потолков 2700 мм. По запросу заказчика отображение температуры должно осуществляться на посту управления и на термостате одновременно (для контроля температуры), для чего была разработана индивидуальная конструкция датчика РТ100.

- Рабочий объём реактора: 30 л.
- В комплектацию входит: мерная ёмкость, обратный холодильник, приёмная ёмкость.
- Донный клапан без «мёртвого объёма».
- Температурный диапазон от -40°C до $+180^{\circ}\text{C}$.
- Давление от $-0,98$ до $+0,5$ бар.
- Боросиликатное стекло 3.3 европейского производства.

- Полностью разборная рама: сталь 304L и 12X18H9ТЛ.
- Регулировка оборотов с помощью частотного преобразователя.
- Перемешивающее устройство выполнено из стали с фторопластовым покрытием.
- Сухое торцевое уплотнение мешалки.
- Сертификаты на состав материалов, находящихся в контакте с продуктом.

В комплект поставки были включены термостат с диапазоном температур $-45 \dots 250^{\circ}\text{C}$, мощностью нагрева 3 кВт и мощностью охлаждения 1,5 кВт при 0°C ; быстроразъёмная тепловая изоляция, предназначенная для сокращения тепловых потерь, выполненная из стеклоткани с силиконовым покрытием, теплоизоляционный слой -50 мм, минеральная вата на основе базальтовых волокон и перистальтический насос со скоростью 200 об/мин.





РЕАКТОРНАЯ УСТАНОВКА REATORG TECHNOLOGIES™ ДЛЯ ОЧИСТКИ АФС НА БАЗЕ ЭМАЛИРОВАННОГО РЕАКТОРА

ЗАДАЧА

Проектирование, изготовление, монтаж, пусконаладка двух реакторных установок для очистки АФС или интермедиатов.

Для решения поставленной задачи Компанией «РЕАТОРГ» были спроектированы, изготовлены и запущены две реакторные установки REATORG TECHNOLOGIESTM на базе 100 л эмалированных реакторов со стеклянной обвязкой.

Специалистами РЕАТОРГа была разработана технологическая схема, найдены технические решения, подготовлены 3D-модели установок и конструкторские чертежи. Произведена сборка систем, выполнены монтажные и пусконаладочные работы.

Для решения задачи не получалось использовать стандартный 100 л эмалированный реактор, так как на крышке требовалось разместить большее количество штуцеров для сред, чем это предусмотрено в стандартной версии. Для этих целей были разработаны и изготовлены специальные крышки. Для предотвращения повреждения стеклянной обвязки при работе реакторной установки под избыточным давлением реакторы были оснащены поворотными дисковыми затворами с фторопластовым покрытием. Для подвода газов и чистых сред были изготовлены гребёнки из нержавеющей стали.

Первая реакторная установка для растворения АФС была собрана на базе реактора с пропеллерной мешалкой. Реактор второй установки оснащён якорной мешалкой и предназначен для кристаллизации продукта. Каждый реактор снабжён стеклянной обвязкой для конденсации паров и возврата конденсата, возможности отгона и регенерации растворителя, отсечённой дисковым поворотным затвором, предохранительными клапанами LESER. Для подачи сред каждый реактор оснащён гребёнкой, выполненной из нержавеющей стали AISI316L. Гребёнка снабжена мембранными клапанами с присоединением Tri-clamp по стандарту ASME BPE. Для контроля количества поданной воды каждый реактор оснащён расходомером Endress Hauser, подходящим для измерения расхода воды очищенной, соответствующей ФС.2.2.0020.15. Давление в реакторе измеряется мановакуумметром WIKA с контактной парой.

Для проведения процедуры очистки каждый реактор оснащён CIP-штангой с моющей головкой, что позволяет осуществить безразборную мойку на месте.

Установки имеют все необходимые сертификаты TP TC, а также сертификаты на материалы, находящиеся в контакте с продуктом.

Стеклянные элементы реакторной системы были произведены компанией Simax (Чехия) специально для REATORG TECHNOLOGIESTM.



НАСАДОЧНЫЙ ГАЗОВЫЙ АБСОРБЕР (СКРУББЕР) REATORG TECHNOLOGIES™

ЗАДАЧА

Разработка насадочного газового абсорбера (скруббера) для поглощения оксидов азота (NO и NO₂) в смеси с углекислым газом (CO₂).

Для решения поставленной задачи были проведены технологические расчёты, определена высота насадочной части абсорбера, расход и состав поглощающего раствора, рассчитан необходимый перепад давления между низом и верхом колонн для предотвращения «захлёбывания».

На основании технологических расчётов были выполнены: конструирование скруббера, разработка документации, технологической схемы и схемы автоматизации. После сборки скруббера были проведены FAT-испытания в присутствии заказчика. Оборудование было доставлено на объект и смонтировано монтажной бригадой

Компании «РЕАТОРГ». Перед доставкой и установкой скруббера сварщики нашей компании подвели все необходимые технологические среды для работы оборудования.

Скруббер может работать в ручном и автоматическом режиме. Подача поглощающего раствора производится насосом с частотным регулированием, установлен теплообменник для захлаживания раствора, система пневмоклапанов позволяет отключать вторую часть колонны в случае небольших газовых потоков.

- **Объём ёмкости с поглощающим раствором: 50 л.**
- **Диаметр царг: DN100.**
- **Высота насадочной части: 1600 мм (общая).**
- **Насадка: кольца Рашига 15x15x2 мм.**
- **Опорная рама: сталь 304L и 12X18Н9ТЛ.**



Стиль жизни Артёма Оганова

Жизнь – это не только предсказанные кристаллы, но и отдых, увлечения, хобби и, конечно, семья. Мы попросили Артёма рассказать о том, что вдохновляет его и помогает ему в жизни, помимо науки.

— Артём, давайте начнём с образования. В чём разница систем образования и науки за рубежом и в России? Звучат разные мнения: одни говорят о том, что советское образование – самое лучшее, другие утверждают, что оно архаичное, а самое лучшее образование – американское. Вы работали и там и здесь, где истина?

— Я считаю, пусть цветут все цветы. Пусть будет разнообразие, одна система вполне могла бы учиться у другой. Мне очень нравится школьное образование в России и в континентальной Европе. Оно совсем плохое в Англии и ещё хуже – в Америке, хотя есть и исключения. Например, лучшая школа, которую я видел в своей жизни, находится именно в Америке, в Принстоне, называется PRISMS. В эту школу со всего мира собирают вундеркиндов, она великолепно оборудована. Создали её китайские бизнесмены для своих детей. Учителя там – в недавнем прошлом практикующие учёные. Я как-то читал там лекцию, и меня потряс 9-летний школьник из Германии, который задавал мне вопросы примерно того же уровня, какие я обычно получаю от профессоров.

Если говорить об университетском образовании, то у нас всё не столь радужно. Есть несколько флагманских университетов, которые дают действительно хорошее образование, несмотря на то, что и они оказались сильно обескровлены

кризисом 1990-х и естественной убылью преподавателей, но в последние годы ситуация улучшается. Если же говорить о региональных вузах, там ситуация очень жестокая.

Лично я вряд ли пошлю своего ребёнка в американский университет, потому что во мне вызывает глубокий протест соотношение качества образования и его стоимость – неприлично высокая. Я считаю, что оно должно быть общедоступным: бесплатным или недорогим. Качество образования в американских университетах высокое, вузы на высших строках мировых рейтингов, но платить каждый год за образование по 50 тысяч долларов считаю неприемлемым. При этом число стипендий, которые бы освободили от уплаты этой неподъёмной суммы, практически равно

что не даёт им возможности сфокусироваться на исследованиях. Мне кажется это ошибкой.

После аспирантуры уже начинается работа. Интересно работать во флагманских научных центрах – в России и в Европе, в Америке, а сейчас и в Китае. Но я думаю, где бы вы ни учились, если вы учитесь во флагманском университете, то скажете и себе спасибо и вашим учителям.

— Каков ваш жизненный принцип? Какие увлечения, пристрастия, хобби? Что самое важное в жизни?

— Мой жизненный принцип – постоянное развитие. Поэтому на первом месте стоит чтение. Очень люблю исторические книги, детективы,

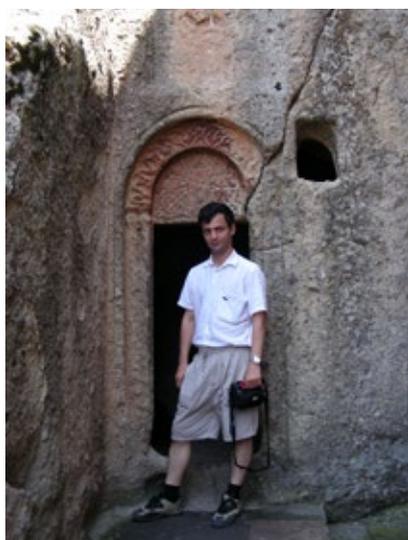


Фото из личного архива Артёма Оганова

нулю – реальный шанс получить стипендию только у чернокожих студентов, индейцев и, скажем, дочери Навального. В Англии университеты тоже дорогие, но всё же дешевле, чем в Америке. Есть хорошие и практически бесплатные университеты в континентальной Европе, в особенности в Швейцарии и Германии.

В учёбе за границей есть плюсы – пожить какое-то время за границей, впитать в себя другую культуру, а потом непременно вернуться домой. Но можно и в России получить прекрасное образование в любом из флагманских университетов – лично я учился в МГУ и очень этому рад.

После окончания вуза очень важен выбор аспирантуры. Аспирантура в Америке длится неоправданно долго – пять лет и часто даже больше. Моя аспирантура в Англии длилась три года, и такую продолжительность я считаю оптимальной. С недавних пор в России аспирантура длится 4 года и считается ступенью образования – в результате аспирантов перегружают учебными предметами,

книги по философии, психологии. Любимый писатель – Лев Толстой.

Если говорить о музыкальных предпочтениях, то я слушаю почти все жанры – исключения это метал, техно, рэп. Из классических композиторов нравятся Чайковский, Брамс, Бетховен, Рахманинов. Очень уважаю Азнавура, мечтал попасть на его концерты, но не сложилось. Люблю творчество Бочелли, нравится Queen, Пол Маккартни, Билл Джоэл, Electric Light Orchestra.

Помимо работы, для меня самое важное – это проводить время с детьми, играть с ними, открывать для них мир. В воспитании детей главное научить их быть собой и мечтать.

Из других увлечений стараюсь не забывать спорт. Много лет занимался боксом и бегом, люблю прогулки по горам, люблю нарды. Путешествую, конечно. В России у меня много любимых городов, но самый любимый – маленький подмосковный городок Верея. Страна, где ощущаю себя особенно комфортно, это Россия. ■

Александр Семёнов:

СТАРАЮСЬ ЖИТЬ ПОЛНОЙ ЖИЗНЬЮ!

Александра Семёнова — профессионала и лидера отрасли знают все, а вот обычного человека Александра Семёнова знают только близкие люди и друзья по соц. сетям. Мы попросили Александра Сергеевича немного приоткрыть завесу и рассказать о семье и о своих увлечениях.

Давайте знакомиться ещё раз...

Я из тех, кто старается жить полной жизнью. Работа важна, но это далеко не всё. Для меня много значат семейные ценности, совместный досуг с семьёй. А семья у нас большая и дружная — пятеро детей. Самому старшему 22 года, а самому младшему — 8. Круг интересов, как вы понимаете, абсолютно разный, зато и кругозор у всех в итоге широкий!

Главное, что у нас сохраняется связь поколений. Наши дети очень дружны с нашими родителями, со своими бабушками и дедушками. Да и мы с женой к старшим детям относимся прежде всего как к друзьям. Несмотря на то, что у всех много дел, всегда находим дни, чтобы собраться всем вместе.

Поскольку семья большая, то живём за городом. Мы любим и ценим свой дом, ухаживаем за ним. Периодически что-то ремонтируем, что-то пристраиваем, одним словом, улучшаем. Да и участок требует ухода. Жизнь за городом — это постоянные бытовые заботы, но это приятные хлопоты.

Какой загородный дом без собаки? У нас их две! Маленький «цверг» живёт у нас уже давно, а в прошлом году появился ризеншнауцер. Вот его маленьким уже не назовешь — 45 килограмм. А когда он встаёт — ростом выше нашей 10-летней дочки. Скучать псы не дают. Обязательный моцион утром и вечером — привычная часть распорядка дня. Держит в тонусе!

Все мы хотим сохранять ясность ума и бодрость тела до преклонных лет. И тут без спорта никуда. Я лично с юности занимаюсь большим

теннисом. Столько времени, как в студенческие годы, уделять ему не получается, но стараюсь раз-два в неделю выбираться на корт.

Читаю, сколько позволяет время. Как деловую и юридическую литературу, так и историческую. Ведь по первому образованию я историк, и стремлюсь поддерживать «спортивную» форму и в этой сфере. Вообще, история — это крайне увлекательная и просто-напросто интересная наука. Открывая исторические труды, ты как бы переносишься на машине времени в другие века и эпохи, проживаешь жизнь великих людей: открываешь Америку с Колумбом, плывёшь в первое кругосветное плавание с Магелланом, покоряешь Сибирь с Ермаком.

И, конечно, путешествия — важная часть моей жизни. Мы с семьёй любим посещать самые разные страны, изучать быт, обычаи, культуру разных народов. Недавно открыли для себя Танзанию. При этом ездили не на пляжный отдых, а на сафари. Вот где настоящая Африка — саванна, дикие, для нас очень экзотические животные, которых в России увидишь только в зоопарке, а там они в своей естественной среде обитания. Согласитесь, одно дело лев в тесной клетке, который спит большую часть дня, и другое дело — лев в саванне! Это совсем иное состояние. Сразу понимаешь, почему его прозвали царём зверей. Никакие фотографии не передадут всех ощущений, настолько там потрясающе. Всем рекомендую. ■

Фото из личного архива А. С. Семёнова



*Экскурсия по производству
для семьи и друзей*





Римские каникулы



Мы с семьёй очень любим путешествовать. В «доковидное» время мы выезжали по пять-шесть раз в год точно. И речь не только о заграничных путешествиях, но и о путешествиях по России. Не могу не заметить, что туристический сектор России на глазах расцветает, очень преобразились многие популярные туристические маршруты внутри страны. Речь и о «Золотом кольце» – Суздаль, Владимир, Кострома, и о Карелии, и о Алтае, куда очень хотим доехать.

Печально, что 2020 год перекрыл почти все направления. Помимо дачи выбирались только в Санкт-Петербург и Пермь. Но даже в это непростое время находят свои плюсы. Весной увидели, как на даче появляются подснежники, расцветают деревья, услышали неумолкающее даже ночью пение множества птиц, вернувшихся с зимовки и строящих гнезда, как поют соловьи.

Раньше это было как монтаж в фильме. Уехал – лежит снег. Вернулся – уже цветы расцветают. Иногда на это нужна всего неделя. А тут мы увидели сам процесс, и это по-своему прекрасно.

Как и все, ждём, что сложный период, в который попал весь мир, поскорее закончится. Хочется, конечно, чтобы к лету была возможность путешествовать без ограничений по как можно большему количеству стран.

Ещё регулярно посещаем театры. Увы, при наличии огромного количества театров в Москве выходить получается не так часто, как хочется. Но раз десять в год обязательно бываем. Старемся следить за премьерами, но и на старые любимые постановки с любимыми же артистами ходим. Тут как в путешествиях. Даже в те места, где уже был постоянно, тянет возвращаться, так как остаются приятные воспоминания. ■



Фотографии из личного архива А.Г. Нестерова.

Жизнь через линзу объектива



Люблю участвовать в разных экспедициях. Люблю путешествовать. Люблю сплавляться на лодке, байдарке и на плотах. Люблю горы, трекинг и горные восхождения. Особое удовольствие, это экспедиции. И всегда со мной камера. Люблю фотографировать, снимать на видео. Когда то давно это был фотоаппарат. Помните, легендарные - советские ФЭДы, Смену - простую и

неприхотливую, а ещё Зенит – отличную зеркалку, а быть владельцем знаменитого Киева, тогда считалось особым шиком! Стараюсь, чтобы камера всегда была при мне. Вокруг нас, всегда происходит много интересного. Правда не все замечают это. Много ненужной суеты. Хотя, не ведая того, как это ни странно прозвучит, становятся свидетелями или, даже действующими лицами какого-нибудь «чуда». Ведь,



Фотографии из личного архива
Александра Васильевича Кучина.

сама жизнь и есть Чудо! Снимаю регулярно, но все это нужно обрабатывать, а времени не хватает. Вот и ворчу, иногда. В течение жизни собрался довольно большой архив. Когда-то, мои фотографии, даже публиковались. Фотографии и фильмы из разных экспедиций и путешествий, да и просто сделанные для друзей. Много всего. Можно многосерийный фильм смонтировать. (смеётся) ■





ЖИЗНЬ ПО-КОСТАНДОВСКИ!



Вспоминая Леонида Аркадьевича, его современники часто рассказывают о феноменальной работоспособности министра и заместителя председателя правительства. Однако, оказывается, у него были и штрафы за работу. Да-да, именно за работу! Об этих штрафах однажды рассказал первый заместитель министра Сергей Викторович Голубков: «Мы все были трудоголиками и о режиме работы думали мало. Мне удалось убедить Костандова ежедневно обедать с заместителями. За едой старались избегать разговоров на производственные темы. Кто нарушал запрет, платил штраф в общую копилку – рубль, трёшку или пятёрку. Но иногда Леонид Аркадьевич, озабоченный каким-нибудь вопросом, бросал в копилку крупную купюру и говорил мне: “Подожди, Сергей,

я буду говорить что хочу". Эти штрафы потом шли на скромные застолья по случаю дня рождения коллег. Сам же Костандов не любил возлияний на работе: рюмка, две – и всё! Кто-то знал его как человека музыкального и очень талантливого, вспоминая его игру на фортепиано. Юрий Михайлович Лужков, которого Леонид Аркадьевич высоко ценил и даже доверил ему "Химвтоматику" (более

поженились, и у них родилась первая дочка – старшая из трёх сестёр. Мама была ему другом и советчиком. Она у нас была очень умная, образованная, мудрая и справедливая, а ещё очень хорошо разбиралась в людях. Тыл у папы всегда был надёжно обеспечен. Мама водила отца в театры, на концерты. Наша семья выписывала множество газет и литературных журналов, и мама всё про-



20 тыс. сотрудников по стране), любил вспоминать узбекский плов и шашлыки, которые Леонид Аркадьевич готовил мастерски. Про армянский хаш и другие восточные блюда вспоминают практически все друзья и коллеги».

Своими воспоминаниями о пристрастиях и увлечениях Леонида Аркадьевича, о его взаимоотношениях в семье с нами поделилась одна из дочерей Леонида Аркадьевича – Натэлла Леонидовна Костандова.

Рассказывает Натэлла Леонидовна Костандова: «Он был счастлив в своей семье, в своей любви к маме, ко всем нам. В маму, Людмилу Михайловну Федулову, он был влюблён с детства, с пятого класса. Они закончили школу, потом рабфак и вместе поехали учиться в Москву. В институте

читывала, отмечая то, что было бы интересно прочитать отцу. Их пристрастия в литературе, музыке совпадали, и отец вполне доверял вкусу мамы. У нас постоянно звучала музыка. У отца были записи классических произведений, русских романсов. Он даже в заграничных командировках записывал на магнитофон романсы в исполнении Аллы Баяновой, собирал записи Лили Ивановой. У отца был отменный музыкальный слух, но нотной записи он не знал и, купив для себя пианино, часто музицировал, импровизируя, исполнял, в частности, произведения композиторов Арно Бабаджаняна и Микаэла Таривердиева. Ему хорошо думалось под музыку, любимые мелодии помогали восстановить душевное равновесие в период невзгод, после потери нашей мамы.

В нашей семье все были поклонниками футбола. Отец, сам игравший в футбол в молодые годы, был страстным любителем игры московского «Спартака», мама же болела за киевское «Динамо», теми же пристрастиями отличались и мы, их дочери. В доме не было вопроса, какую программу смотреть, если транслировался футбольный матч. Отец позднее полюбил и хоккей, поддерживал команду воскре-



сенского «Химика». (Правнук Леонида Аркадьевича – Даниил Лесовой, игрок под № 19 столичного «Динамо», – выступает за сборную России по футболу. – Прим. ред.) Отец был страстным охотником и рыбаком. Старался при первой же возможности выехать с друзьями на охоту. Когда выезжали на отдых в Пицунду всей семьёй, отец не упускал возможности выйти в море на ловлю ставриды.

По воскресеньям отец любил сам готовить обед. Он ходил на рынок и выбирал продукты. Он вообще любил посещать рынки и у нас в стране, и за рубежом. Покупки сам нёс в сумках домой или до машины, нисколько не стесняясь, не помышляя о своём положении и «престиже».

Когда мы выросли, обзавелись своими семьями, отец непременно ждал нас каждое воскресенье к себе на обед. За приготовлением еды, как он

утверждал, ему хорошо думалось, а радость, которую он испытывал от угощения родных и друзей плодами своих кулинарных способностей, была безгранична. После рыбалки в Чёрном море, у Пицунды, наши рыболовы во главе с отцом привозили много рыбы, которую коптили в специально устроенной по его чертежам коптильне. Затем съедали во время весёлого застолья.

Часто вспоминаю возвращение папы из первой длительной командировки за границу. Мы с мамой и сёстрам приехали встречать его на аэродром и прошли прямо на лётное поле к приземлившемуся самолёту. Отец появился на трапе, держа в руке две коробки – большую и поменьше. Мы с сёстрами стали гадать, что в них, но мама сказала: «В большой коробке цветы, а в другой – магнитофон». Леонид Аркадьевич быстро спустился к нам, обнял и начал целовать маму, открыл коробку – в ней действительно были прекрасные цветы. Цветов у нас тогда продавалось множество, и они были доступны по цене, но отцу хотелось привезти маме именно такой изысканный подарок. ■



Редакция благодарит Натэллу Леонидовну Костандову за любезно предоставленные фотографии из семейного архива.

Помочь может каждый



БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ ФОНД «СОЗИДАНИЕ» ЗА 20 ЛЕТ РАБОТЫ ПОМОГ:



более 5 тысяч

детей и взрослых получили медицинскую помощь



630

сельских библиотек получают регулярную помощь



свыше 2,5 тысяч

одаренных детей из малообеспеченных семей стали получателями стипендии Фонда



более 3,5 тысяч

малообеспеченных семей получают посылки с необходимыми одеждой, обувью, средствами гигиены и т.д.



**ПОМОЧЬ
МОЖЕТ
КАЖДЫЙ!**



facebook.com/bfsozidanie



instagram.com/bf_sozidanie



vk.com/bfsozidanie



bf-sozidanie.ru



+7 499 308 5292



**REATORG
TECHNOLOGIES**



**ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ СИНТЕЗА
И ОЧИСТКИ АФС**

**РЕАКТОРЫ
КОЛОННЫ, ЕМКОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ**



Россия, г. Москва
Варшавское ш., 125

+7 (495) 966 31 40
8 (800) 775 32 11

info@rt.su
www.rt.su