

# ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

№ 1 (58)  
январь – март  
2013

Республиканский межотраслевой производственно-практический журнал  
Издается с июля 1998 года  
Выходит один раз в три месяца

Учредитель — Белорусское общество инженеров-механиков

Главный редактор академик С.А. Астапчик

Редакционная коллегия: М.С. Высоцкий, М.А. Андреев, В.Н. Дашков, А.М. Захарик, А.Б. Зуев, В.Л. Колпашиков, Л.Н. Крупец, Д.И. Корольков, Г.С. Лягушев, Е.И. Медвецкий, М.Г. Мелешко, С.А. Чижик

Адрес редакции:

220141, Минск, ул. Купревича, 10 (ранее Жодинская, 4)

тел./ факс 203-88-80; 226-73-36

E-mail: mail@boim.by

Свидетельство о регистрации № 1132 от 21.04.1998

Подписной индекс 00139

Компьютерная верстка Н.В. Райченко

Подписано в печать 22.03.2013.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,6. Уч.-изд. л. 4,7.

Тираж 300 экз. Заказ № 121.

Цена номера договорная.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика в ГНУ «Физико-техническом институте НАН Беларуси».

Лицензия ЛП № 02330/0494176 от 3.04.2009 г.

220141, г. Минск, ул. Купревича, 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

### День науки в Беларуси

Доклад первого заместителя Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко.....3

### Юбилей

Академик Владимир Владимирович Клубович (80 лет со дня рождения).....7

Счастливы вместе.....8

На главном направлении.....9

### Памяти академика

Михаила Высоцкого.....14

### Разработки ученых и специалистов

Использование углеродных нанотрубок для модифицирования структуры автоклавного ячеистого бетона.....16

Малоинвазивные операции — многообещающие результаты.....21

### Патентуем сами

Смартфон — Generation Next.....24

### Путешествуя по миру

Паломническая поездка на Соловки от Елизаветинского монастыря.....29

К 100-летию со Дня рождения А.В. Ополонникова.....39

### Из истории авиации

Эмиграция.....41

Будет интересно.....47

(из газеты «Веды» № 6 (2422) / 04.02.2013)

*Деятелям науки, работникам научно-исследовательских  
институтов и высших учебных заведений*

## **ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!**

От всей души поздравляю вас с Днем белорусской науки.

В наши дни знания, неукротимый творческий дух и жажда постижения нового превратились в главную движущую силу развития цивилизации. Дерзновенные открытия, смелые идеи и прорывные изобретения преображают современный мир, являются основой экономического успеха и социального прогресса.

Совершенствование научной сферы, сохранение и обогащение традиций исследовательских школ, укрепление связей ученых с производством — приоритетные направления политики нашего государства. Благодаря его поддержке белорусские исследователи добились значительных успехов в освоении космического пространства, развитии информационных и других высоких технологий, создании уникальных наноматериалов, разработке новейших методов лечения заболеваний, решении многих актуальных проблем.

Уверен, что и в дальнейшем вы будете трудиться столь же эффективно и плодотворно. Вклад ученых в выполнение задач инновационного развития страны и модернизацию производства призван стать еще более весомым.

Желаю вам, дорогие друзья, вдохновения, новых свершений, крепкого здоровья, счастья и благополучия.

*Президент Республики Беларусь Александр ЛУКАШЕНКО*

## **ШАНОЎНЫЯ КАЛЕГІ І СЯБРЫ!**

Ад імя Урада Рэспублікі Беларусь і сябе асабіста шчыра віншую вас з Днём беларускай навукі!

Навука і інавацыі пакладзены ў аснову эканамічнага росту нашай дзяржавы. Пачынюцца яны з вучоных-энтузіястаў, здольных на неардынарныя прапановы і прарыўныя ідэі. Такія людзі з'яўляюцца гонарам Акадэміі навук і беларускага грамадства.

Дзякуючы мэтанакіраванай палітыцы Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь айчынная навука не толькі захоўвае сваю моцную спадчыну, але і атрымлівае новы імпульс для развіцця. Сёння грамадства і ўлада чакаюць ад вас прарыўных інавацый, накіраваных на мадэрнізацыю эканомікі і зніжэнне яе энергаёмістасці, істотнае павелічэнне экспарту высокатэхналагічнай прадукцыі. Упэўнены, вучоныя павінны сканцэнтравачь увесь свой патэнцыял на вырашэнні задач інавацыйнага і сацыяльна-эканамічнага развіцця Беларусі, умацаванні пазіцый нашай краіны ў свеце і паляпшэнні якасці жыцця беларускага народа.

Жадаю вам, дарагія сябры, моцнага здароўя, невычэрпнай жывіцёвай і навуковай энергіі, плённых здзяйсненняў на карысць нашай радзімы. Шчасця і дабрабыту вам і вашым блізкім!

*Міхаіл МЯСНІКОВІЧ,*

*Прэм'ер-міністр Рэспублікі Беларусь,  
член-карэспандэнт Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі*

**Доклад первого заместителя Премьер-министра  
Республики Беларусь В.И. Семашко на торжественном  
заседании, Посвященном празднованию  
Дня белорусской науки, 25 января 2013 г.**

**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!  
ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!**

От имени Правительства Республики Беларусь искренне поздравляю вас и всю научную общественность нашей страны с **Днем белорусской науки**. Этот праздник традиционно почитается и отмечается в нашей стране уже 20 лет.

Наука и инновации — основа конкурентоспособности и прогресса государства, и в текущей пятилетке мы делаем основную ставку именно на эти факторы.

В 2012 году достигнуты значительные успехи по обеспечению сбалансированного роста белорусской экономики. Мы впервые за много лет вышли на положительное сальдо торгового баланса, достигнут профицит республиканского бюджета, выполнены плановые параметры по сдерживанию инфляции. Новые подходы к регулированию валютного курса создали основу для нормального, без стрессовых ожиданий, планирования бизнеса и семейного бюджета.

Самое главное внимание руководство страны всегда уделяет росту уровня и качества жизни населения Беларуси. В 2012 году страна вышла на заданную главой государства планку по средней заработной плате — 500 долларов США в месяц. При этом очень важно, что сбалансированная экономика создает все условия для удержания этого уровня и движения к новым рубежам — 700 и 1000 долларов.

Прогресс нашей экономики должен базироваться на инновациях.

А это всегда вызов старому, сложившемуся ходу вещей, поэтому задача государства — создать необходимые условия для их появления и внедрения в экономике, которая должна опираться на научные знания, материализованные в инновациях.

Для Беларуси инновационное развитие — **главный приоритет**. У нас в стране курс на создание инновационной экономики по инициативе Президента Республики Беларусь взят в начале

2000-х. Основа — научно-техническое развитие. Белорусская наука сегодня — это выстроенная система приоритетов и программ. Она в принципе обеспечивает работу цепочки **«исследования — разработки — производство»**.

Сегодня сформирована нормативная база поддержки науки и инноваций в стране.

Государство ввело **механизмы снижения налоговой нагрузки** на инновационные предприятия и **формирования инновационных фондов**. Эти решения уже в 2013 году позволят для инновационных предприятий в целом **высвободить почти 3 трлн рублей**, в том числе:

1 трлн рублей за счет снижения налога на прибыль;

2,7 трлн рублей за счет отмены платежей в инновационные фонды.

Дополнительно около 2,8 трлн рублей через инновационные фонды будет направлено на выполнение наиболее эффективных проектов.

Это питательная среда для появления малого и среднего инновационного бизнеса, создания в крупных холдингах и корпорациях центров компетенции и НИОКР.

В 2013 году основными факторами экономического роста должны стать экспорт и инвестиции. А наибольший эффект инвестиции дадут лишь тогда, когда они направлены в инновационные проекты, проекты будущего, обеспечивающего максимальную отдачу на каждый вложенный рубль.

Главой государства определены **ключевые требования к прорывным инновационным проектам**: выручка не менее 60 тыс. долларов США на человека, экспорт, принципиально новые для страны или мировой экономики технологии.

Предприятия всех форм собственности имеют доступ к инновационным фондам как источникам финансирования инноваций. Поэтому все присутствующие здесь должны понимать, что

главный принцип — реальные и эффективные проекты.

Вводим механизмы **стимулирования и государственной поддержки модернизации отобранных Правительством 711 предприятий.**

**Первый уровень** — проекты с передовыми технологиями мирового уровня. Мы отберем 10–15 таких проектов и профинансируем их по схеме: 15 % стоимости проекта из инновационных фондов, 85 % вложат собственные и заемные средства организаций – исполнители. При этом государство полностью возместит проценты по банковским кредитам.

**Второй уровень** — высокоэффективные проекты, принципиально новые для страны. Для них из бюджета будут полностью возмещены проценты по кредитам.

**Третий уровень** — проекты отраслевого значения. Государство возьмет на себя половину расходов по уплате кредитных процентов.

**В 2013 году:**

– дан старт новым наиболее значимым проектам, например: **завод гидромеханических передач** в ОАО «МЗКТ», **фармацевтическое предприятие** по требованиям ОМР, производство высокоточного высокопрочного чугуна в ОАО «ММЗ» и др.;

– введем в эксплуатацию новые производства, например: **глубокой комплексной переработки хлорсодержащего сырья и НРК-удобрений** в ОАО «Беларуськалий», **светодиодной техники** в НАН Беларуси, **мебели** под торговой маркой фирмы **ИКЕА** и др.

Мы должны завершить более 50 **важнейших инновационных проектов**. На их выполнение будет направлено свыше 5 трлн рублей.

2013 год — **год экономии, бережливости.**

Наука должна предложить яркие инновационные проекты, направленные на экономию и эффективное использование ресурсов. Например, масштабное внедрение в жилищно-коммунальном хозяйстве, транспорте, машиностроении и энергетике отечественной светодиодной продукции, «умных» счетчиков электрической и тепловой энергии. На каждом соответствующем предприятии должно быть модернизировано печное, литейное и гальваническое оборудование, позволяющее снизить энергопотребление на 20–40 %. Эти и другие направления решения задачи экономии энергоресурсов должны получить широкое распространение по всей стране и дать эффект снижения энергоемкости в целом не менее чем на 7 %.

Планы модернизации предприятий должны разрабатываться и реализовываться в тесной связи с учеными. Главная задача прикладной науки сегодня — обеспечить эффективный процесс модернизации экономики. Модернизации требуют не только основные фонды, но и качество, то есть научная обоснованность принимаемых управленческих решений. Отсюда — особая роль ученых в разработке таких решений. Надо обеспечить новый уровень взаимодействия с республиканскими органами государственного управления, особенно в экономической сфере, в энергетике, машиностроении, химии. Считаю, что Академия наук, Президиум НАН Беларуси — это уникальная «площадка» для обсуждения и выработки решений по вопросам развития всех отраслей экономики страны.

2013 год — **год председательства Беларуси в ЕЭП** и активной работы по формированию Евразийского союза. Вступление России в ВТО, рост конкуренции на внутреннем рынке требуют от ученых новых конкурентоспособных продуктов, технологий, методов управления. А с вступлением в Единое экономическое пространство существенно **расширяются возможности белорусских организаций**, выполняющих научные исследования и разработки и участвующие в научно-техническом и инновационном процессе. Нам надо быть конкурентоспособными в ЕЭП уже с первых шагов, стать основным инноватором, как это хорошо подметил глава нашего государства. Конкурентоспособность начинается с умения продать, причем вовремя это сделать.

В принципе, наука вошла в 2013 год с достойным багажом. По ряду направлений мы обладаем сегодня **ноу-хау мирового уровня**. Это разработки в области медицины, лазерной техники, информационно-космических технологий, биотехнологий, получения новых материалов машиностроения, химии и других областях. Вот некоторые примеры.

1. **Трансплантология.** Впервые в республике проведены **операции по одновременной трансплантации** нескольких органов: печень – почка; сердце – почка. Вплотную подошли к выполнению операций по одновременной пересадке сердца – печени и сердца – легких. Это высокотехнологичная медицинская помощь людям и международное признание авторитета белорусских трансплантологов.

2. **Генетика и клеточная инженерия.** Создан центр «паспортизации» генов человека, животных и растений. Есть возможность увидеть предрасположенность человека к высоким достиже-

ниям (спорт, наука, техника), устойчивости растений, определить наследственные признаки и ценность пород животных. Кроме того, по отечественным разработкам и клеточным технологиям наши медики и биологи заявили о себе способностью лечить серьезные заболевания с гарантией успеха и по приемлемой цене.

**3. Беларусь вошла в мировую элиту космических держав.** В июле 2012 года запущен наш спутник. Все испытания его систем практически завершены, и он вышел в штатный режим работы. Космический проект дал мощный импульс развитию всех элементов цепи: от исследований, опытных разработок до производств космических аппаратов и спутников связи по белорусским технологиям. Наш исторический партнер —

Роскосмос, но мы активно работаем с заинтересованными из Азии и Европы.

**4. Белорусские ученые успешно работали в группе по созданию Большого адронного коллайдера.** Это признание наших ядерных технологий. И мы сотрудничаем более чем с 25 странами в этой области.

**5. Запущен крупнейший проект по строительству белорусской атомной станции** мощностью 2.340 МВт за счет кредитных ресурсов Российской Федерации (около 10 млрд долларов США). В результате мы увеличим производство электроэнергии на 20 процентов и нарастим ее экспорт. Экономический эффект — ежегодное замещение 5 млрд куб. метров природного газа. Наряду с новыми гидро- и теплоэлектростанциями мы воплощаем идею электроэнергетического моста Восток – Запад через нашу страну.

**По отечественным технологиям мы впервые начали создавать многофункциональные беспилотные летательные аппараты,** интерес к которым проявили наши партнеры из азиатских и арабских стран. Это оперативный мониторинг и контроль сельскохозяйственных площадей, лесных угодий, дорог, границы и приграничных районов, решение вопросов своевременного предупреждения и локализации чрезвычайных ситуаций (пожары, аварии и др.). Это и вопросы военного значения.

**Разработан «супертяжелый» карьерный самосвал БелАЗ грузоподъемностью 450 т.** Он «закроет» потребности большого сегмента рынка Казахстана, Сибири, Дальнего Востока, азиатских стран. Первые модели этой машины сойдут с конвейера летом 2013 года.

**Создан мощный логистический блок на Западном направлении.** За год введено 5 логи-

стических центров общей площадью складских помещений около 100 тыс. кв. м. Это решение проблемы обслуживания грузопотоков на трансконтинентальных магистралях, пересекающих нашу страну и связывающих Балтийское и Черное моря, Европу с Россией и Востоком. Это фактор экономического роста, роста привлекательности Беларуси для привлечения инвестиций, товарных потоков и развития кооперационных связей.

**9. Технологии комплексных удобрений (азот – фосфор – калий).** По отечественным разработкам и технологиям введены новые мощности по комплексным удобрениям (азот – фосфор – калий), которые востребованы на мировом рынке. Гранулы адаптированы под конкретные культуры и регионы мира.

**10. Создан Китайско-Белорусский индустриальный парк.** Амбициозный проект с огромным потенциалом роста. Общая стоимость — около 6 млрд долларов США. Основные средства — китайские инвестиции. Мы сконцентрируем на одной площадке электронику, тонкую химию, машиностроение. Создана дирекция парка, ряд крупнейших корпораций КНР планируют свое присутствие в нем.

В 2013 году объем инвестиций в основной капитал страны оценивается в более чем 20 млрд долларов США. Источники — собственные и заемные средства, бюджетные ресурсы и прямые иностранные инвестиции. Расходы бюджета **на науку в 2013 году составят 23 трлн рублей. Это в 1,8 раза больше 2012 года (1,3 трлн рублей).** Научеомкость ВВП запланирована на уровне 1,2–1,4 %, прошлогодний показатель прирастет на 20–40 % (в 2012 году — 1 %). Но должно быть выполнено условие: **доля внебюджета** в общем объеме затрат на исследования и разработки должна быть не менее 2/3. Этот показатель должен быть выполнен.

То, что это выполнимо, проиллюстрирую **на примере Академии наук. На каждый рубль бюджета** в 2012 году заработано 3,4 рубля, а доля привлеченных внебюджетных средств составила более 70 %.

Уважаемые коллеги!

У нас открытая экономика. При объеме ВВП 63 млрд долларов США в 2012 году экспорт составил около 50 млрд долларов США. Темп роста наукоемкого (высокотехнологичного) экспорта за год превысил 28 % (объем экспорта за 2012 год — 4,1 млрд долларов США). Задача на 2013 год — выйти на объем 4,8–5 млрд долларов США.

На сегодняшней выставке продемонстрированы серьезные и даже знаковые достижения науки. Это вызывает гордость за вас — ученых. Однако далеко не все так же серьезно решается в области внедрения инноваций (а это основной результат научного труда). Зачастую от разработки до ее использования проходят многие годы (не говоря о ее продаже), и она безнадежно устаревает. Высоко ценится тот продукт, который своевременно вышел на рынок.

В условиях открытых границ Таможенного союза на первый план выходит задача — **«как привлечь “умного человека” в науку»**. Именно эта системная проблема должна стать предметом пристального внимания и заботы организаций науки, образования и отраслевиков.

**В заключение хотел бы отметить следующее.**

Сегодня нельзя выжить в одиночку. Идет передел сфер влияния и рынков. Гонка в высокотехнологичных сегментах особенно напряженная. Распределение добавленной стоимости известно: 75 % и более — это идея, разработка, проектирование и менее 15 % — непосредственно сборка и производство.

Наша страна способна быть в числе лидеров научно-технического прогресса. И для этого у нас созданы все условия — радикально упрощены процедуры регистрации и ведения бизнеса. Наша стратегия амбициозна — войти в тридцатку стран-лидеров по благоприятному инвестиционному климату. И это реально. Нас неплохо оценивают мировые рейтинги: по индексу знаний Всемирного банка из 146 стран мира страна поднялась (с 2010 года) с 52-го на 45-е место, по индексу экономики знаний — с 73-го на 59-е место.

Мы на 6-м месте в мире по количеству заявок на изобретения (на 1 млрд долларов ВВП).

Сегодня перед нами стоят задачи **войти в число 50 стран** с наибольшим индексом развития человеческого потенциала.

В решении этих задач научной сфере отводится **главная роль**.

Уважаемые коллеги!

В отличие от многих других постсоветских республик **наша страна не располагает достаточными природно-сырьевыми ресурсами**. Именно наша наука должна опираться на интеллект нации и этим, в качественной мере, компенсировать недостающие энергетические ресурсы.

Правительство выражает уверенность в том, что белорусские ученые направят свои усилия на решение задач модернизации экономики, что позволит нашим производителям выпускать конкурентоспособную продукцию, повышать тем самым уровень благосостояния людей и **занимать достойное место в мировой экономике**.

Наука начинается с вас — энтузиастов, ученых, людей, которые просто любят познавать и исследовать. Научная мысль неустанно приносит в нашу жизнь новые знания и прорывные технологии, которые меняют, преобразуют, улучшает природу человека и общества. Ваши светлые умы — наша гордость. Пусть вас чаще посещает вдохновение, головы и руки не устанут творить новые открытия, а промышленность воплощает ваши свежие идеи.

В этот знаменательный день от всей души желаю вам, дорогие друзья, крепкого здоровья, успехов, счастья и благополучия!

## АКАДЕМИК

### ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ КЛУБОВИЧ (к 80-летию со дня рождения)



В.В. Клубович один из ярких представителей академиков-физтеховцев, человек на долю которого выпала и война и послевоенные лихолетия. Словами замечательного национального поэта Пимена Панчанки о людях нашего поколения ярко подходят строки:

То ў працы, то ў дымным паходзе,  
У потнай штодзённай турбоце,  
А зрэдку ў лясах на выгодзе  
На роднай любімай зямлі  
Найлепшыя годы праходзяць,  
А ў нас, пастарэлых, прайшлі.  
Мы лішняга шчасця не просім,  
Украдзенай славы не носім  
І нават аб тым не галосім,  
Што сэрцы навекі замруць.  
Мы ўсе, нібы зерні з калоссяў, —  
З зямлі ды ізноўку ў зямлю.

Это один к одному относится и к Владимиру Клубовичу, который после окончания школы поступил в БГУ им. В.И. Ленина. Затем работал учителем физики в Юрайтишках Гродненской области, затем поступил в аспирантуру Физико-технического института на специальность обработка металлов давлением к академику Северденко В.П. и всю свою сознательную жизнь не изменял этому научному направлению, а продолжил ее совместно с Александром Васильевичем Степаненко, создал идеологию и практику обработки металлов давлением с мощным ультразвуком. В 1984 году за цикл работ «Разработка научных основ использования мощного ультразвука в процессах обработки материалов» ему совместно с В.П. Северденко и А.В. Степаненко присуждена Государственная премия.

Академик Клубович В.В. сегодня является признанным авторитетом в области ультразвуковых технологий в разных направлениях (от обработки металлов давлением до самораспространяющегося синтеза СВС-процесса, сплавов с памятью формы, медицине и биотехнике). Автор более 140 изобретений. 400 научных статей, в том числе 15 монографий. Человек из народа. Принципиальный, но справедливый. Работая в БелВАКе, он рецензировал более 300 работ докторских и кандидатских. Мало того, он как пятидесятилетний уехал в Витебск, возглавил физмат Института физики твердого тела и полупроводников, создал и возглавил институт технической акустики, воспитал плеяду своих учеников и сейчас ведет свою работу по подготовке молодых исследователей.

Я знаю Владимира с 1957 года и люблю его за преданность науке, за то, что он прожил «голоду» во время учебы в БГУ, за то что надежный друг, на которого всегда можно положиться.

*С.А. Астанчик*

## СЧАСТЛИВЫ ВМЕСТЕ

(из газеты «Беларусь сегодня», среда, 12 января 2011 г.)



За 65 лет совместной жизни в семье Антоновых накопилось много воспоминаний.

Игнатий Петрович Антонов, академик Национальной академии наук, основатель белорусской неврологической школы; член-корреспондент Российской академии медицинских наук, народный врач Беларуси, почетный гражданин Минска и Витебска, кавалер ордена Отечественной войны I и II степеней, в июле 1945 года из армии еще не демобилизовался, хотя твердо решил, что его призвание — лечить людей. И вот он в составе делегации 3-го Белорусского фронта приглашен на прием в Дом Правительства, устроенный в честь празднования первой годовщины освобождения столицы. К слову, пригласительный билет Игнатий Петрович хранит до сих пор. На приеме, во время танцев, молодой человек с первого взгляда влюбляется в юную Лиду — она тогда трудилась в Сталинском райкоме партии Минска, как и ее мама. «На этом ужине я потом танцевала со многими ребятами — там были и Герои Советского Союза, — вспоминает Lidia Nikolaevna, — а он подсел к моей маме и стал о чем-то разговаривать. Вечер кончился, он хотел пойти нас проводить, но я ответила: не надо, сами дойдем! А на следующий день Игнатий Петрович пришел ко мне свататься, прихватив приятелей. Я даже сначала не поняла, кто предлагает себя на роль жениха, спрашиваю: за кого же вы меня сватаете? Они говорят: за Антонова. Ну я и отвечаю: раз за Антонова, то за Антонова. И они вечером уезжают в свою часть. Мы не встречались ни одного дня, только переписывались. Через полгода он, демобилизовавшись, приехал поступать в мединститут. Приехал где-то 3–4 января, а 11-го мы расписались».

*Удивительная семейная история, начало которой пришлось на труднейшее послевоенное время...*

11 января 2011 года супруги отметили «железную» свадьбу — 55-летний юбилей их семьи. Дочка окончила мединститут, Кандидат наук, работает заведующей отделением Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии, сын отучился в институте физкультуры, военный полковник, преподавал в Высшей школе милиции, внучка — врач, внук занимается бизнесом, две правнучки. У детей также крепкие семьи, пример ведь перед глазами. А я прошу Lidia Nikolaevna вспомнить, каким он был, тот день, с которого началась их семья.

«Тогда не было таких свадеб, как сейчас делают, время ведь послевоенное. Собрались наши родственники за столом, подруги пришли мои. До ЗАГСа и обратно шли пешком. В тот день, почти не прекращаясь, шел ливень, по дорогам прямо реки текли, и мы вернулись домой промокшие. На мне было платье василькового цвета, крепдешинное, девичье, мне его мама сшила. Он был в военной форме без погон, гражданского не было. Кольцами в ЗАГСе тогда никто не обменивался. Вы посмотрите: у старшего поколения ни у кого колец нет. Это позже пошло...»

А рецепт этого счастливого многолетнего брака предельно прост: «Бывало, поругаемся, разойдемся по углам, а через 5 минут все равно разговариваем. Это теперь чуть что бегут к папе, маме. А все потому, что каждый хочет перевоспитать другого так, как было принято в его семье. Но так ничего не получится, характер у каждого свой, и это надо принимать во внимание».

**Юлия Василюшина**

Из журнала «Наука и жизнь» №1, 2013

## НА ГЛАВНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Воспоминания ветерана атомной отрасли о встречах  
с академиком И.В. Курчатовым и о том, как начинались работы  
по овладению ядерной энергией

Доктор физико-математических наук Константин Мухин  
(Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»)

Двенадцатого января 2013 года научная общественность России отмечает 110-ю годовщину со дня рождения руководителя отечественного атомного проекта, основателя Лаборатории № 2 АН СССР (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт») академика Игоря Васильевича Курчатова. Мне посчастливилось работать рядом с ним на первом этапе реализации атомного проекта.

В разгар величайшего сражения Второй мировой войны — Сталинградской битвы — Государственный комитет обороны (ГКО) принял 22 сентября 1942 года решение возобновить прерванные нападением фашистской Германии работы по овладению внутриядерной энергией. В военные годы это означало прежде всего изучение возможности создания атомной бомбы. В апреле 1943-го для выполнения государственной задачи под Москвой была сформирована Лаборатория № 2 АН СССР, которую возглавил доктор физико-математических наук профессор И. В. Курчатов.

Выбор не был случайным. До войны Курчатов весьма успешно руководил лабораторией аналогичного профиля в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) и ещё за год до неё предложил Президиуму АН СССР развёрнутый план работ по урановой проблеме.

Первоначально штат Лаборатории № 2 состоял из одиннадцати научных сотрудников, приказом директора ЛФТИ академика А.Ф. Иоффе переведённых из Казани, где они работали после эвакуации из Ленинграда. Но вскоре специальным распоряжением ГКО И.В. Курчатову разрешили расширить штат Лаборатории до ста человек, предоставив ему право отзывать специалистов с любого предприятия, включая военные заводы и даже действующую армию. В октябре 1944-го в число первой сотни «отзовистов» попал и я. Вспоминается, как это произошло.

### МГУ и Лаборатория

В 1941 году я окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «физика колебаний». Получив диплом с отличием, был рекомендован в аспирантуру, однако в связи с начавшейся войной направлен в конструкторское бюро Авиационного завода № 51, где с июля по октябрь работал в должности инженера, расчётчика флаттера — вибраций крыльев и оперения са-

молёта, возникающих во время полёта. В октябре завод эвакуировали, я же с семьёй из-за болезни матери остался в Москве и некоторое время был безработным. Но потом поступил в радиоцех при НИИФ МГУ, выпускавший радиоаппаратуру для нужд фронта. Поскольку моим хобби со школьных лет было радиоловительство, меня зачислили ведущим инженером по выпуску продукции цеха и сдаче её представителю военного ведомства.



Курчатов  
Игорь Васильевич

После возвращения из эвакуации основной части МГУ меня перевели на должность ассистента и научного сотрудника физического факультета, где я совмещал преподавательскую работу с научно-исследовательской деятельностью по разработке и изготовлению более сложной, чем в радиощехе, аппаратуры по заданиям Наркомата обороны. Вот с этого места меня, единственно из университета, и отозвали. Возможно, кроме специализации, определённую роль сыграла и высокая степень допуска, которой я обладал, участвуя в работах с грифом «совершенно секретно»

В один из октябрьских дней 1944 года мы с представителем Лаборатории № 2 проделали длинный путь из самого центра Москвы, с Моховой улицы, — сначала на метро до станции «Сокол», потом на трамвае до Покровского-Стрешнева. И, наконец, на поджидавшем нас маленьком автобусе с тремя молодыми выпускниками радионститута доехали до огромного пустыря — полигона с несколькими невысокими зданиями на окраине Москвы.

У самого большого, трёхэтажного, корпуса (нынешнее Главное здание) нас четверых встретили и провели в кабинет И.В. Курчатова (к тому времени уже академика), где мы побеседовали в присутствии нескольких ведущих сотрудников Лаборатории. В их коллективы нас и распределили, и я оказался в секторе № 5, который возглавлял Д.В. Тимошук.

### Первые впечатления

Я занялся созданием довольно сложной радиоаппаратуры, например катодного осциллографа (Лаборатория оказалась оснащена приборами беднее, чем МГУ). Игоря Васильевича очень интересовала эта деятельность; во время ежедневных утренних и вечерних обходов он подходил ко мне, беседовал, брал почитать книги по радиотехнике, был весьма прост в общении с молодыми собеседниками. В нём я не чувствовал даже следов академической важности, да и по возрасту он мало отличался — мне было уже 27 лет, а ему только 42 года!

Как-то, во время очередного обхода, Игорь Васильевич неожиданно попросил меня сделать небольшой приборчик для демонстрации радиоактивного излучения на его лекциях в Кремле. Состоял прибор из счётчика Гейгера, лампового усилителя (на миниатюрных лампах-желудях) и механического счётчика, яростно трещащего в присутствии радиоактивного источника. Игорь Васильевич был очень доволен, а я — рад, что прибор ему понравился.



*Борис Васильевич Курчатов*

К началу 1945 года Курчатов уже набросал предварительный перечень основных работ по атомному проекту и назначил руководителей — начальников тематических секторов. Например, создание первого ядерного реактора он поручил сектору № 1 во главе с ним самим и его ближайшим помощником И.С. Панасюком. Получением первого отечественного плутония должен был заниматься сектор № 3, возглавляемый братом Игоря Васильевича — Б.В. Курчатовым; разделением изотопов урана — И.К. Кикоин и Л.А. Арцимович; разработкой конструкции и изготовлением атомной бомбы — Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович. Наш коллектив помогал сектору № 7, начальнику которого — Г.Н. Флёрову и его помощнику — В.А. Давиденко поручили рассмотреть возможность цепной реакции деления в системе природный уран — обычная вода (Игорь Васильевич называл эту проблему «наукой о воде»).

В связи с этим, начиная с 1945 года, Д.В. Тимошук начал приобщать меня к нейтронной физике. Мне эта тематика была в новинку — в тридцатые годы на физфаке студентов ядерной физике не обучали. И я с большим интересом занимался методикой использования радиоактивных индикаторов для детектирования плотности нейтронов. Наша помощь сектору № 7 заключалась в изучении свойств парафина как замедлителя нейтронов, аналогичного воде. Мы пытались их улучшить механическим путём (перфорацией парафина), однако довольно скоро и Флёров, и мы сами поняли, что решить задачу в предложенном варианте невозможно, и отложили её до лучших времён.



*Братья Курчатовы с женщинами. Слева направо:  
Игорь Васильевич и Марина Дмитриевна,  
Борис Васильевич и Людмила Никифоровна*

Сотрудники Лаборатории работали в основном в Главном здании, и здесь же под руководством Курчатова проходили организованные им научные семинары с докладами ведущих специалистов на актуальные темы и общеобразовательные лекции по ядерной физике и специальной электронике, которые читали Л.А. Арцимович и М.С. Козодаев<sup>1</sup>.

В Главном здании не только работали, но и жили некоторые сотрудники и члены их семей. Конечно, это было удобно: дом и работа рядом. Кстати, и я вскоре получил прописку поблизости от Лаборатории. А случилось это неожиданно. Как-то Игорь Васильевич деликатно спросил у меня, почему я так рано (в 10 вечера!) ухожу с работы. В оправдание я рассказал ему, что после женитьбы, летом 1945 года, переехал к жене за город и теперь трачу на дорогу полтора часа в один конец. Вскоре по распоряжению Курчатова нам выделили двухкомнатную квартиру в деревянном доме в районе нынешнего институтского дома культуры. Продолжительность моего рабочего дня значительно выросла.

### **Ставка на радиохимические эксперименты**

На первом этапе решения атомной проблемы И.В. Курчатов придавал огромное значение радиохимическим экспериментам по получению нептуния и плутония.

<sup>1</sup>Любопытно отметить, что из-за отсутствия в Главном здании просторного зала вся научно-образовательная деятельность И.В. Курчатова проводилась на огромного размера лестничной площадке второго этажа, которая в то время ещё не была застроена кабинетами.

Ещё летом 1943 года он вызвал из Казани своего брата Бориса Васильевича и предложил ему заняться получением и изучением свойств трансурановых элементов № 93 (нептуний) и № 94 (плутоний). Расчёты теоретиков показали, что плутоний, точнее, его изотоп с атомным весом 239, как и уран-235, способен делиться под действием тепловых и быстрых нейтронов. А значит, может стать ценнейшим ядерным горючим, пригодным и для осуществления управляемой реакции, и для создания атомной бомбы.

Привлекли Бориса Васильевича для решения этой важнейшей задачи неслучайно. Именно он обеспечил успех радиохимической части знаменитой работы 1935 года братьев Курчатовых с сотрудниками, в ходе которой была открыта ядерная изомерия<sup>2</sup> радиоактивного изотопа брома.

О делах Бориса Васильевича и коллег мне рассказывала сестра Людмила. Летом 1945 года она окончила институт по химической специальности и осенью поступила в сектор Б.В. Курчатова. Благодаря знаниям и умелым рукам (в 1942-м она работала вместе со мной в НИИФ МГУ радиомонтажницей высокого разряда) Людмила стала его незаменимой помощницей в экспериментах, и вскоре они поженились. А поскольку Борис Васильевич жил вместе с братом в его доме на территории Лаборатории, обе семьи Курчатовых объединились, и я оказался в курсе текущих и прошлых событий в их жизни<sup>3</sup>.

### **«Сейсмологический» нептуний**

Идея первых опытов Б.В. Курчатова, проходивших сначала в не приспособленном для

<sup>2</sup>Изомерия ядерная — существование у некоторых атомных ядер наряду с основным (невозбуждённым) состоянием сравнительно долгоживущих (метастабильных) состояний — изомеров.

<sup>3</sup>Получилось так, что я надолго пережил всех членов курчатовской семьи, включая даже свою младшую сестру Людмилу. Первым в 1960-м году ушёл из жизни Игорь Васильевич. Мы простились с ним на Красной площади, у Кремлёвской стены. В процедуре захоронения урны от правительства принимал участие К.Е. Ворошилов. Он подошёл к Марине Дмитриевне и выразил ей соболезнование, а также передал извинения от Н.С. Хрущёва, который не смог прийти. В 1969 году умерла Марина Дмитриевна. Её урну мы захоронили в стене Новодевичьего кладбища. Борис Васильевич скончался в 1972 году. Он был торжественно (с участием почётного караула) похоронен на том же кладбище. А в 2004 году мы проводили в последний путь Людмилу, урну которой захоронили в могиле её мужа, Бориса Васильевича, рядом с памятником, который она ему установила.

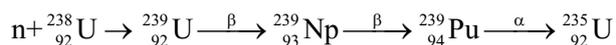
химических работ подвале Сейсмологического института в Пыжевском переулке, опиралась на предположение, что нептуний относится к группе актиноидов — элементов с близкими химическими свойствами ( $_{89}\text{Ac}$ ,  $_{90}\text{Th}$ ,  $_{91}\text{Pa}$ ,  $_{92}\text{U}$  ...), аналогичной группе лантаноидов — редкоземельных элементов ( $_{57}\text{La}$ ,  $_{58}\text{Ce}$ ,  $_{59}\text{Pr}$  ...). Близость химических свойств урана и нептуния затрудняла работу по их разделению, но аналогия в свойствах актиноидов и лантаноидов (последующие элементы в обеих группах образуются в результате заполнения внутренних электронных оболочек атомов элементов предыдущих) вселяла надежду использовать для выделения нептуния методику, разработанную Б.В. Курчатовым для лантаноидов.

Для осуществления этой идеи Борис Васильевич примерно неделю облучал уран нейтронами и выделил нептуний упомянутым методом. Успех был полный, химические свойства нептуния оказались сходными со свойствами лантаноидов. Окончательно подтвердила получение нептуния бета-радиоактивность выделенного образца с периодом полураспада около 2–3 суток. Полностью работу завершили весной 1944 года уже на новой территории Лаборатории № 2. На основе полученных результатов Б.В. Курчатов разработал так называемый лантано-сульфатный метод очистки 93-го элемента, очень простой и надёжный.

### Плутоний из бочки с водой

Летом 1944 года рядом с Главным зданием появилась химическая лаборатория для опытов Б.В. Курчатова по получению плутония. Она напоминала обычный погреб с откидывающейся крышкой на петлях и крутой лестницей. Здесь установили довольно большую бочку с водой, погрузив в неё колбу, содержащую примерно 10 кг раствора солей урана, с нейтронным источником в центре. Вода была нужна для замедления быстрых нейтронов источника до тепловой энергии, при которой они наиболее эффективно взаимодействуют с атомами урана.

Процесс накопления плутония-239 происходит в цепочке реакций:



Промежуточный продукт ( ${}_{93}^{239}\text{Np}$ ) накапливался практически до насыщения уже через две недели. Однако для получения более или менее значительного количества  ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ , предположительно имеющего большой период полураспада, потребовалось длительное, около трёх месяцев, облучение.



Курчатовы на прогулке

В октябре 1944 года, когда облучение урана завершили, начался второй этап — выделение плутония. Опыты, длившиеся около полугода с переменным успехом, проводили на пяти отдельных порциях — от 0,5 до 2,0 кг облучённого урана с несколькими вариациями химических операций. Наконец, в апреле 1945 года из последних двух килограммов урана удалось выделить препарат, по казавший альфа-радиоактивность с периодом полураспада примерно 31000 лет. Это было очень важное достижение: плутоний действительно получили, но лишь в индикаторном количестве (его обнаруживал только альфа-распад).

### «Циклотронный» плутоний

Новый успех пришёл после того, как облучение урана стали проводить на первом небольшом циклотроне Лаборатории № 2 (его запуск под руководством И.В. Курчатова и Л.М. Немёнова стал одной из первых значительных побед в осуществлении атомного проекта). В то время он был единственным действующим на территории Советского Союза циклотроном, дававшим поток нейтронов на порядок больше, чем изотопный источник. Всего на установке облучили десять крупных (по 5 кг) порций уранилнитрата, заключённых в парафин. Облучение каждой порции длилось до 150 часов, и весь процесс шёл с декабря 1945 года по сентябрь 1946-го. В результате Б.В. Курчатов отработал технологию выделения плутония настолько хорошо, что теперь индикаторную порцию плутония легко мог получить любой химик-лаборант. И общее количество выделенного плутония выражалось уже в

единицах массы:  $1,8 \cdot 10^{-2}$  мкг. Но только выражалось, а для разработки химии плутония требовалось его весовое количество. Эту задачу команде Б.В. Курчатова удалось решить позже, после пуска физического реактора. А работа по его созданию шла в Лаборатории № 2 полным ходом.

### Нейтронно-физические эксперименты по проверке чистоты графита

Выбранный И.В. Курчатовым вариант осуществления цепной ядерной реакции деления требовал нескольких десятков тонн урана и нескольких сотен тонн графита исключительной (спектральной) чистоты. В них не должно быть даже следов веществ, сильно поглощающих нейтроны (кадмия, бора и др.). Поэтому первый этап работы по созданию уран-графитового реактора заключался в проверке степени загрязнения графита и урана и разработке методик их очистки.

Проверка качества промышленного графита началась весной 1945 года. Для этой цели недалеко от Главного здания установили большую армейскую брезентовую палатку. В связи с круглогодичным характером работы в её левом углу вырыли обогреваемую электроплиткой землянку, где стояли два стула и стол с измерительной аппаратурой и внутренним телефоном для связи с кабинетом И.В. Курчатова. Степень загрязнения материала вредными примесями определяла группа лаборантов под руководством И.С. Панасюка.

В палатке соорудили большую графитовую призму с нейтронным источником в центре. Методом радиоактивных индикаторов (индиевой фольги, в которой под действием нейтронов возникает искусственная ( $\beta$ -радиоактивность) или с помощью ионизационной камеры, наполненной газообразным фтористым бором (BF<sub>3</sub> — детектор нейтронов), измеряли распределение плотности тепловых нейтронов в зависимости от расстояния до источника. Обработка этих данных позволяла определить Длину диффузии тепловых нейтронов  $L$ , по величине которой судили о чистоте графита (чем  $L$  больше, тем материал чище).

Промышленный графит выпускали в виде электродов для металлургических работ, он содержал около процента вредных примесей, что



*Здание Сейсмологического института в Пыжжевском переулке, д. 3 (ныне в нем расположен Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН), где был получен первый отечественный нептуний*

в сто раз превышало допустимое количество. Напряжённая работа по созданию совместно с работниками завода новой технологии очистки графита заняла полгода. К октябрю 1945-го в Лабораторию начал поступать достаточно чистый графит, который, однако, продолжали проверять, но более оперативным способом: часть эталонной графитовой призмы заменяли вкладышами из проверяемой партии и полученные диффузионные характеристики сравнивали. Вкладыши с пониженным счётом нейтронов считали браком.

На заключительном этапе нейтронно-физического эксперимента из отобранных брусков графита во второй палатке, установленной весной 1946-го вблизи строящегося для будущего реактора здания «К» (от слова «котёл», как тогда называли ядерный реактор), соорудили гигантский куб размером  $6 \times 6 \times 6$  метров и массой 365 тонн с источником нейтронов в центре. Длина диффузии нейтронов оказалась равной  $48,5 \pm 1$  см (для идеально чистого графита  $L = 54$  см), что указывало на пригодность материала для сборки реактора. Эту работу Курчатова завершил в октябре 1946 года.

*(Окончание следует)*

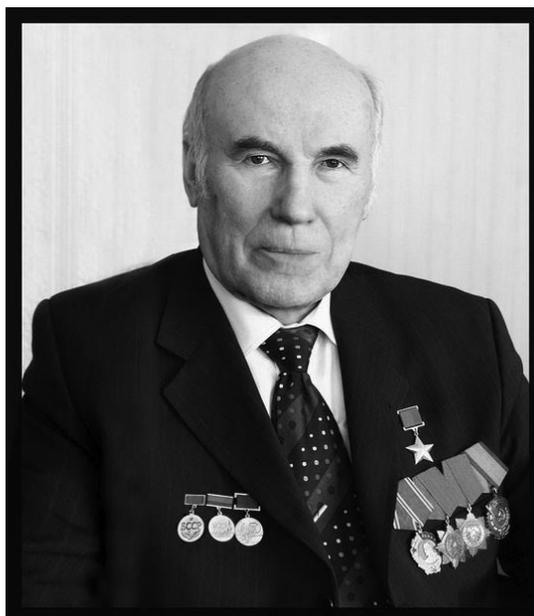
## ГЕРОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ ПАМЯТИ АКАДЕМИКА МИХАИЛА ВЫСОЦКОГО

25 февраля 2013 года ушел из жизни Михаил Степанович ВЫСОЦКИЙ — Герой Беларуси, академик, доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора ГНУ «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси» по научной работе в области автомобильной и карьерной техники, заслуженный деятель науки и техники БССР, заслуженный работник промышленности СССР, лауреат Государственных премий СССР и БССР.

Еще несколько недель назад мы отмечали юбилей этого замечательного человека, и вот его не стало... Какую же личность дала белорусская деревня Семежево Копыльского района! Какого талантливейшего конструктора и ученого взрастили Минский автомобильный завод, Национальная академия наук! Вот что говорил о нем лауреат Нобелевской премии Жорес Алферов: «Он шагнул к высотам национальной и мировой науки, и с его именем прочно связаны все успехи отечественного автомобилестроения. Высоцкий, подобно зубру, богатырю родных лесов, и своим машинам с этим символом, всю жизнь прокладывает дорогу новому, передовому и прилагает колоссальные усилия для роста могущества белорусского машиностроения».

Высоцкий был человеком титанического труда. В далеком 1946 году он, молоденький слесарь-сборщик, участвовал в выпуске первых МАЗ-205. С того дня более чем полвека любви и преданности было отдано родному заводу. Под его началом создано шесть поколений уникальных автомобилей грузоподъемностью от 8 до 320 т. Более 350 моделей машин, многие из которых и сегодня серийно выпускаются заводами. Сотни тысяч автомобилей, которые колесят по дорогам мира, олицетворяют индустриальную мощь Беларуси.

Тридцать пять лет в должности главного конструктора МАЗа, а затем — Объединения «БелавтоМАЗ». Далее — одновременно и генеральный конструктор по автомобильной технике Республики Беларусь, и крупный ученый. Талантливый организатор белорусской науки, подготовивший 7 докторов наук, более 450 научных работ, множество книг.



*Президент Беларуси Александр Лукашенко в связи со смертью академика Национальной академии наук Беларуси, выдающегося ученого и конструктора, общественного деятеля, Героя Беларуси Михаила Высоцкого направил соболезнования его супруге, родным, близким и коллегам, сообщает пресс-служба главы государства.*

*Как отмечается в соболезновании, Михаил Высоцкий заслужил признание и авторитет не только как талантливый исследователь и руководитель, но и как честный, принципиальный и справедливый человек. Его уход из жизни — это невосполнимая потеря для белорусской науки.*

Одно из важнейших достижений М.Высоцкого — создание вопреки устоявшимся взглядам в 70-е годы, впервые в СССР, на базе нового поколения автомобилей МАЗ магистральных автопоездов, а в начале 80-х годов — нового семейства скоростных магистральных автопоездов МАЗ-54321, МАЗ64221, специально предназначенных для междугородных и международных перевозок и экспорта. Впервые в СССР они успешно прошли омологационные испытания по безопасности в международном центре института ЮТАК в Париже и были удостоены в 1988 году золотой медали на Пловдивской ярмарке.

Выдающимся событием в истории белорусского автомобилестроения стало создание в конце 80-х годов под руководством Высоцкого уникальной, принципиально новой модульной конструкции автопоезда МАЗ-2000 под названием «Перестройка», запатентованного в пяти ведущих странах и не имеющего аналогов в мировом автомобилестроении. Опытный образец, демонстрировавшийся на Парижском Большом салоне автомобилестроения в 1988 году, стал сенсацией. «Это автопоезд XXI века», писали о нем зарубежные журналисты. Однако, увы, в связи с распадом СССР «Перестройке» не пришлось стать серийной машиной.

**Президиум НАН Беларуси и Отделение физико-технических наук НАН Беларуси скорбят в связи со смертью академика Михаила Степановича Высоцкого и выражают глубокие соболезнования его родным и близким.**

В начале 90-х годов по настоянию академика Высоцкого были созданы полноприводные трехосные автомобили МАЗ-6317 военного назначения, которые успешно прошли испытания в различных климатических зонах бывшего Союза и Африки.

Новейшее шестое поколение семейства МАЗ-6430, осваиваемое в настоящее время на Минском автозаводе, благодаря многолетнему поиску и опыту М.Высоцкого вобрало в себя последние достижения автомобилестроения. М.Высоцкий

был одним из инициаторов организации на МАЗе крупномасштабного производства автобусов и руководителем создания их первых моделей совместно с немецкой фирмой «Неоплан».

Одновременно с работой главным конструктором ПО «БелавтоМАЗ» М.Высоцкий был избран вице-президентом АН БССР и трудился в этой должности в 1992–1997 годах. Он смог в это непростое для страны и ее машиностроения время консолидировать усилия ученых и заводских специалистов в интересах всей автотракторостроительной отрасли республики. Это позволило нашей стране пережить острый экономический кризис в постсоветский период, обеспечить становление национального автомобиле- и автобусостроения и выйти на устойчивое динамичное развитие всей машиностроительной отрасли.

В 2002 году постановлением Совета Министров Республики Беларусь М.Высоцкий назначается генеральным конструктором по автомобильной технике Республики Беларусь.

В 2004-м он возглавил укрупненную Государственную научно-техническую программу «Машиностроение». В ней участвовало более 80 предприятий и организации, среди которых все ведущие предприятия автотракторостроения, 12 академических институтов, ряд государственных университетов, отраслевых НИИ и КБ. Для разработки, освоения и внедрения передовых технологий проектирования новых конкурентоспособных моделей автотракторной и сельскохозяйственной техники М.Высоцким создан Республиканский компьютерный центр машиностроительного профиля.

При участии академика Высоцкого в рамках госпрограмм соответствующего профиля разработаны и освоены промышленностью более 100 видов новых базовых моделей техники: 15 автомобилей и автобусов, 13 самосвалов и другой карьерной техники, 23 трактора и специальной автотракторной техники, 16 самоходных комбайнов и другой сельскохозяйственной техники, 20 специальных строительно-дорожных и коммунальных машин, 6 новых малотоксичных дизельных двигателей.

Как же Михаилу Степановичу удалось столько успеть в жизни? Как конструктор и ученый, Высоцкий был наделен способностью в высшей степени рационально сочетать глубокие фундаментальные исследования с практикой. Если же говорить о гранях его характера, то главные из них — это увлеченность, страстная преданность своему делу, целеустремленность. Плюс ко всему неустанный труд. Именно эти прекрасные свойства характера и духа были в основе личности Михаила Степановича Высоцкого, в них — истоки его достижений и человеческого величия.

*Сотрудники Объединенного института машиностроения НАН Беларуси глубоко скорбят в связи с уходом из жизни Михаила Степановича Высоцкого и выражают свои соболезнования его родным и близким.*

УДК 666.973.6/666.972.16

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА

А.А. Мечай, М.П. Мисник, В.Л. Колпацников  
ГНУ «ИТМО им. А.В. Лыкова», Минск).

*The perspectives of using of carbonic nanotubes in the production of binding materials and particularly autoclaved aerated concrete with low density were considered in this work. Different conditions of carbonic nanotubes introduction in the aerated concrete mix were explored. The capacity of forming of more dense fine-crystalline structure of interpore partitions using carbonic nanotubes in the capacity of oriented crystallization centers was determined. The coefficient of constructive quality of nanomodified aerated concrete with density  $300 \text{ kg/m}^3$  exceeds the level of control sample in 1,5–1,9 times that is the premise for more effective usage and resource-saving in the production of nanomodified aerated concrete and its application.*

### Введение

В настоящее время перспективы использования углеродных нанотрубок в промышленности строительных материалов вызывают огромный интерес. Это объясняется тем, что углеродные наноматериалы в весьма малых концентрациях способствуют улучшению физико-механических характеристик строительных материалов: повышению прочности и величины модуля упругости, повышению водонепроницаемости и морозостойкости, снижению значений деформации усадки. Использование нанотехнологий дает возможность получения заданных свойств цементных бетонов и других строительных материалов [1]. При этом углеродные нанотрубки выполняют функцию центров направленной кристаллизации продуктов гидратации и твердения и обеспечивают качественное изменение структуры вяжущих систем.

По данным агентства по сбору информации Fredonia Group, в 2006 году 1 % всех строительных материалов в мире был создан с применением нанотехнологий. В 2011 году доля строительных наномодифицированных материалов составила уже 7 %, в 2016 году этот показатель достигнет 19 %, а в 2025 году за ними уже будет большая часть рынка стройматериалов (54 %) [2].

В настоящее время проводятся многочисленные исследования по изучению влияния углеродных наноматериалов на структуру и свойства цементных вяжущих композиций (тяжелых цементных бетонов и растворов, неавтоклавных газобетонов). Нанотехнологии весьма эффективно используются при изготовлении тяжелого цементного бетона для улучшения его физико-механических свойств и долговечности. В данном направлении активно ведутся исследования в России, странах Евросоюза, а также в нашей стране в Белорусском национально-техническом университете [3]. Наномодифицированный тяжелый бетон характеризуется относительно невысоким приростом прочности (10–15 % по сравнению с обычными образцами), но обладает высокими показателями морозостойкости, трещиностойкости, пониженной величиной усадки и устойчивостью к воздействию химической коррозии. При введении в бетонную смесь углеродных нанотрубок цементный камень армируется на микроуровне, оптимизируется его структура, что в конечном итоге приводит к повышению долговечности бетона. Основной причиной недостаточного влияния наноматериалов на прочность модифицируемой цементной матрицы является неполная диспергация углеродных нанотрубок.

При синтезе они объединяются в агломераты, обладая при этом высокой поверхностной энергией. При этом наночастицы трудно распределяются на единичные наноструктуры в водной дисперсионной среде и требуют специальных технологий по их диспергации. Существует много работ в данном направлении, но практически всегда отмечается незначительное увеличение механической прочности модифицированной цементной матрицы [4].

В связи с этим актуальным является разработка новых подходов к эффективному использованию углеродных наноматериалов для модифицирования твердеющих вяжущих композиций. Данные по модифицированию углеродными наноматериалами структуры продуктов гидросиликатного твердения автоклавного ячеистого бетона в доступных литературных источниках отсутствуют. Тем не менее, родственность указанных вяжущих систем является предпосылкой к эффективному использованию углеродных нанотрубок для улучшения свойств данного материала за счет качественного изменения процессов кристаллизации.

В связи с переходом на Европейские нормы в области строительства одной из актуальных проблем в производстве ячеистого бетона является необходимость снижения его плотности при сохранении достаточной прочности. Производство ячеистого бетона с плотностью 200–350 кг/м<sup>3</sup> вместо 400–500 кг/м<sup>3</sup> обеспечит снижение на 20–30 % расхода цемента и извести, сокращение на 30–40% энергозатрат на помол сырья за счет снижения его удельного расхода, сохранность изделий при транспортировке и уменьшение нагрузки на фундамент при строительстве [5]. Главным препятствием в производстве и применении ячеистого бетона пониженной плотности является его недостаточная прочность. Таким образом, совершенствование технологии ячеистого бетона в этом направлении является важной задачей, решение которой обеспечит энерго- и ресурсосбережение в производстве данного вида материала, а также при его использовании в строительстве.

#### Основная часть

Нанотрубки представляют собой нитевидные наночастицы из атомов углерода или других элементов, содержащие протяженную внутреннюю полость. По химическому составу нанотрубки могут относиться к простым веществам, бинарным, тройным и более сложным соединениям, а также иметь слоистое строение из двух и более веществ. Наиболее распространенные и изученные углеродные нанотрубки образуются при сворачивании

графеновых плоскостей. Общий вид структуры данного материала представлен на рис. 1.

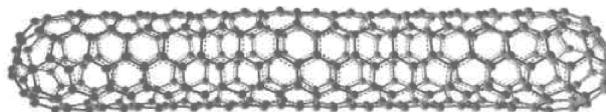


Рис. 1. Общий вид структуры углеродной нанотрубки

Углеродные нанотрубки могут состоять из двух отдельных поверхностей с различными физическими и химическими свойствами. Первая – боковая (цилиндрическая) часть трубки, вторая – закрытый торец, по форме напоминающий половину молекулы фуллерена. Различают однослойные, двухслойные и многослойные углеродные нанотрубки. Наименьший и наибольший диаметры однослойных углеродных нанотрубок составляют соответственно около 0,3 и 5 нм. Отличительной особенностью однослойных нанотрубок (рис. 2) является простота их строения, малое число дефектов и, как следствие, высокие механические и физико-технические характеристики. Вместе с тем следует отметить, что практическое применение этих наноструктур ограничивается электроникой и приборостроением, где требуется сравнительно небольшое их количество, так как цена чистых однослойных углеродных нанотрубок достигает 1000 \$/г.

Двухслойные нанотрубки могут соперничать с однослойными по ряду показателей, в частности по механическим свойствам. Они имеют большую термическую устойчивость, тепло- и электропроводность, чем однослойные углеродные нанотрубки. Вместе с тем, сложность синтеза и последующей очистки двухслойных нанотрубок определяет не многим меньшую стоимость продукта на рынке углеродных наноматериалов.

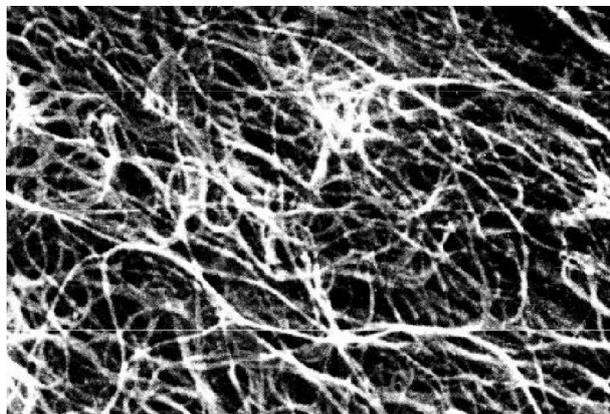


Рис. 2. Однослойные углеродные нанотрубки

Наиболее многочисленными по строению, морфологическим характеристикам и свойствам являются многослойные углеродные нанотрубки. Число слоев чаще всего составляет не больше 10, но в отдельных случаях достигает нескольких десятков. Некоторые варианты многослойных нанотрубок представлены на рис. 3, а, в [6].

В Институте тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси накоплен значительный опыт в области синтеза углеродных нанотрубок. На базе института создана уникальная установка синтеза многослойных углеродных нанотрубок методом каталитического осаждения из газовой фазы в псевдооживленном слое. На рис. 4 представлена фотография данного материала, полученного в Институте тепло- и массообмена. Нанотрубки имеют длину от 2 мкм и более и диаметр 12–20 нм.

Стоимость углеродных нанотрубок зависит от степени очистки, поэтому может отличаться в сотни раз. Для строительных материалов чаще используют углеродные нанотрубки, полученные первичным синтезом без дорогостоящей операции очистки, стоимостью около 100 евро за 1 кг, что при их дозировке в пределах 0,001–0,015 % является экономически оправданным.

На основании вышеизложенного были проведены поисковые исследования по использованию углеродных нанотрубок для модифицирования

структуры ячеистого бетона автоклавного твердения. С учетом опыта модифицирования структуры тяжелого цементного бетона, углеродные нанотрубки вводились в ячеистобетонную смесь в виде суспензии, однако прочность ячеистого бетона осталась на прежнем уровне. В связи с этим была сформулирована гипотеза, объясняющая отсутствие прироста прочности ячеистого бетона и невысокий прирост прочности тяжелого цементного бетона. Ячеистобетонная смесь содержит значительную долю воды (водотвердое отношение составляет 0,4–0,6), что предопределяет присутствие нанотрубок в основном в поровой жидкости. Для эффективной работы углеродных нанотрубок в качестве центров направленной кристаллизации при гидросиликатном твердении необходимо обеспечить присутствие нанотрубок не в порах, а непосредственно в области взаимодействия кварца и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Известен эффект механоактивации при совместном помоле извести и песка с получением известково-песчаного вяжущего, в том числе и за счет проникновения частиц извести в микро- и макродефекты частиц кварца, образующихся при их измельчении. В связи с этим были изучены несколько вариантов ввода углеродных нанотрубок в ячеистобетонную смесь: при сухом и мокром помолу песка и при помолу известково-песчаного вяжущего. Предположительно измельчение данных материалов в мельнице могло способствовать проникновению нанотрубок в микро- и макротрещины зерен кварца и обеспечить образование центров направленной кристаллизации гидросиликатов кальция различной основности непосредственно в области формирования цементирующего вещества.

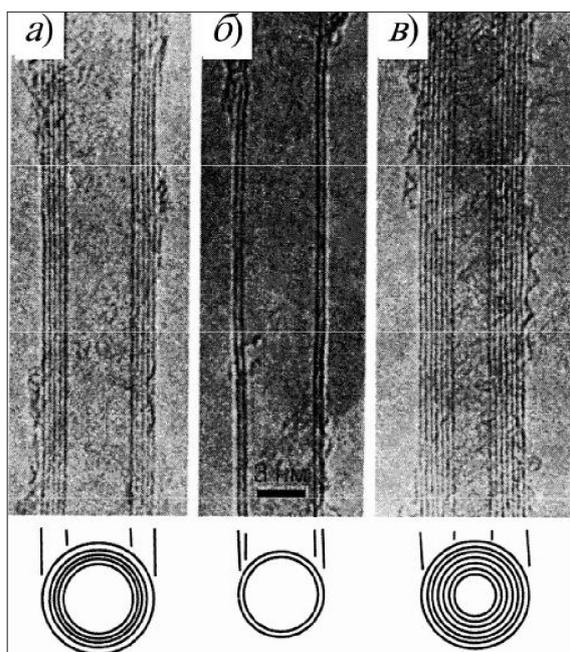


Рис. 3. Нанотрубки из пяти (а), двух (б) и семи (в) графеновых слоев

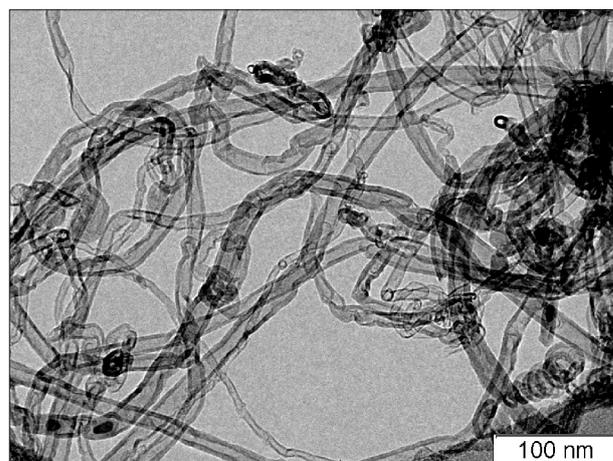


Рис. 4. Углеродные нанотрубки, полученные в ИТМО НАНБ

Ячеистобетонная смесь была рассчитана на плотность бетона 300 кг/м<sup>3</sup> и содержала 16,9 % портландцемента М500 Д0 (ОАО «Красносельскстройматериалы»), 49,8 % песчаного шлама в пересчете на сухой кварцевый песок, 33,3 % известково-песчаного вяжущего с активностью 40 % при водотвердом отношении, равном 0,48. Дозировка углеродных нанотрубок была выбрана на основании результатов собственных поисковых исследований и составила 0,01% от массы сухих компонентов ячеистобетонной смеси. Помол компонентов ячеистобетонной смеси осуществлялся в лабораторной вибромельнице при одинаковой массе измельчаемых проб. Запаривание образцов проводилось в лабораторном автоклаве при избыточном давлении насыщенного водяного пара 1,0 МПа и времени выдержки при рабочем давлении 6 часов.

На рис. 5 представлены зависимости коэффициента конструктивного качества (ККК)<sup>1</sup> бетона

от времени помола сырья при введении углеродных нанотрубок (УНТ) с сухим песком, песчаным шламом и известково-песчаным вяжущим.

Анализ полученных зависимостей показал, что наиболее эффективным является ввод углеродных нанотрубок в состав известково-песчаного вяжущего при совместном помоле кварцевого песка и извести. Коэффициент конструктивного качества наномодифицированного ячеистого бетона по сравнению с контрольным образцом увеличился в 1,5–1,9 раза. В то же время введение углеродных нанотрубок в состав песка при его помоле по сухому и мокрому способам является неэффективным либо приводит к незначительному увеличению прочности.

Предварительные результаты исследования ячеистого бетона с помощью электронной микроскопии (рис. 6) показали, что микроструктура межпоровых перегородок контрольного образца характеризуется наличием длинных

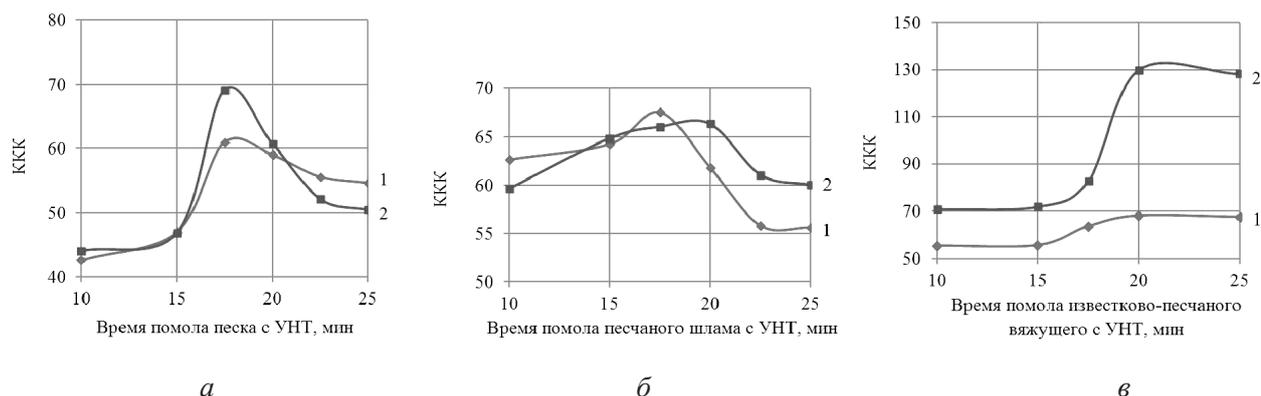


Рис. 5. Зависимости ККК ячеистого бетона от времени помола сырья с УНТ: а — с песком; б — с песчаным шламом; в — с известково-песчаным вяжущим. 1 — контрольный образец; 2 — наномодифицированный образец

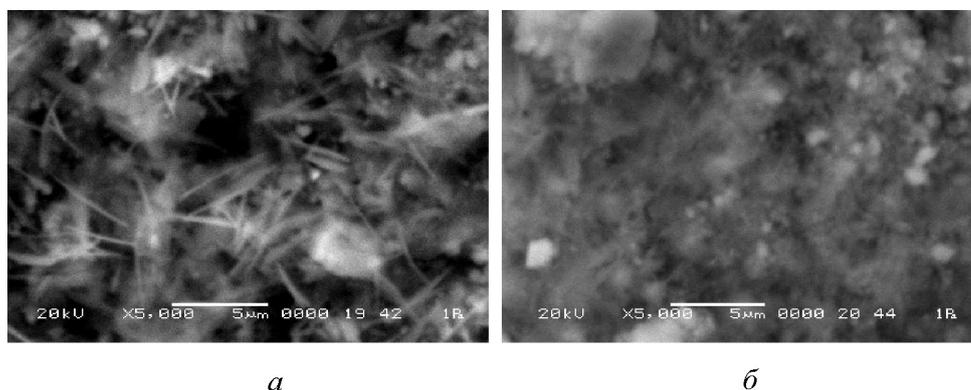


Рис. 6. Электронно-микроскопические снимки ячеистого бетона при увеличении x5000: а — контрольный образец; б — наномодифицированный образец

<sup>1</sup>Коэффициент конструктивного качества (ККК) – это отношение предела прочности при сжатии к квадрату средней плотности материала [7].

волоконистых кристаллов и высокой пористостью. Наномодифицированные межпоровые перегородки представлены более плотной микроструктурой, в которой невозможно идентифицировать кристаллы при увеличении  $\times 5000$ . По-видимому, это вызвано образованием более мелких кристаллов за счет изменения механизма формирования структуры цементирующего вещества в присутствии наноразмерных центров направленной кристаллизации.

Таким образом, можно предположить, что увеличение прочностных характеристик обеспечивается за счет направленной кристаллизации гидросиликатов кальция в присутствии углеродных нанотрубок, выполняющих функцию центров кристаллизации, что способствует формированию плотной мелкокристаллической структуры цементирующего вещества межпоровых перегородок. При этом эффект механоактивации известково-песчаного вяжущего при помолу усиливается за счет проникновения нанотрубок вместе с известью в микро- и макродефекты частиц кварца, что позволяет более полно задействовать потенциал углеродных нанотрубок как кристаллической затравки.

#### *Список использованных источников*

1. Гиритель, Г.Б. Перспективы применения наноструктурированного бетона в строительстве / Г.Б. Гиритель, С.В. Глазкова // Бетон и железобетон. — 2011. — № 6. — С. 40–44.
2. Нанотехнология [электронный ресурс] / Доля наноматериалов в строительстве. — Режим доступа: <http://nano-technology.ru>. — Дата доступа: 7.08.2012.
3. Батыновский, Э.И. Особенности технологии высокопрочного бетона на отечественных материалах, включая наноуглеродные добавки / Э.И. Батыновский, В.Д. Якимович // Проблемы современного бетона и железобетона. Т.2, Технология бетона. — Минск: Минсктиппроект, 2011. — С. 53–68.
4. Яковлев, Г.И. Модификация цементных бетонов многослойными углеродными нанотрубками / Г.И. Яковлев // Строительные материалы. — 2011. — № 2. — С.47–51.
5. Соколовский, Л.В. Энергосбережение в строительстве / Л.В. Соколовский. — Минск: Стринко, 2000. — 46 с.
6. Мищенко, С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. — М.: Машиностроение, 2008. — 320 с.
7. Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор. — М.: Мир, 1996. — 560 с.

#### **Заключение**

В результате введения в состав ячеистобетонной смеси углеродных нанотрубок с известково-песчаным вяжущим при его помолу за счет увеличения эффекта механоактивации, получены образцы теплоизоляционного бетона с повышенной прочностью.

Проведенные исследования позволили установить положительное влияние углеродных нанотрубок на процесс формирования структуры продуктов гидросиликатного твердения, что позволяет получить автоклавный ячеистый бетон нового качества.

Дозировка углеродных нанотрубок 0,01% от массы сухих компонентов ячеистобетонной смеси, рассчитанной на плотность  $300 \text{ кг/м}^3$ , приведет к увеличению себестоимости примерно на 3 евро по сравнению с обычным материалом с такой же плотностью. Однако получение высокопрочного теплоизоляционного бетона позволит ему быть конкурентоспособным на рынке строительных материалов, в том числе и за счет увеличения экспортного потенциала. Кроме того экономический эффект будет достигнут за счет возможности использования бетона пониженной плотности вместо массово выпускаемого в настоящее время с плотностью  $400\text{--}500 \text{ кг/м}^3$ .

## МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ — МНОГООБЕЩАЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

(из газеты «Веды» № 8 (2424) / 18.02.2013)

*В конце января Президент Беларуси Александр Лукашенко посетил Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии. Глава государства обратил особое внимание на подготовку кадров. Он подчеркнул, что каждый высококлассный специалист должен оставить после себя не менее трех учеников, обладающих такими же знаниями. Также было сказано, что «врачам пора давать результат. Все получают одинаковое образование, все в одинаковых условиях, но Смяновичи не везде появляются». Эта фамилия стала уже нарицательной, как знак качества. К заведующему нейрохирургическим отделом РНПЦ неврологии и нейрохирургии, академику НАН Беларуси, доктору медицинских наук, заслуженному деятелю науки Республики Беларусь, профессору Арнольду Смяновичу мы и отправились, чтобы узнать о технологиях «с иголки», преемственности поколений, науке и личности в ней.*

РНПЦ неврологии и нейрохирургии совсем недавно открылся после реконструкции, и многие заговорили о новом витке в развитии этой сферы медицинской помощи. В Центре выполняются «ювелирные» операции. «Например, раньше аденому гипофиза удаляли путем трепанации черепа. Теперь — через пазухи носа. Для этого нейрохирург использует особый микроскоп с сильным источником света, что обеспечивает хороший обзор оперируемой области при 20-кратном увеличении. Применяются особые хирургические инструменты, достаточно длинные для того, чтобы проникнуть к опухоли и удалить ее, а также сложные системы нейрохирургической навигации, основанные на методах компьютерной или магнитно-резонансной томографии», — объяснил А.Смянович.

Рабочий кабинет ученого-хирурга — это в первую очередь операционный модуль, куда мы с Арнольдом Федоровичем и направляемся. Вентиляция и качество воздуха здесь соответствуют всем условиям безопасности. Оснащение — самое современное: операционные микроскопы, эндоскопы, ультразвуковые аспираторы и не только они.

«Опухоли головного и спинного мозга часто имеют твердую консистенцию и плотно прилегают к деликатному желеобразному веществу



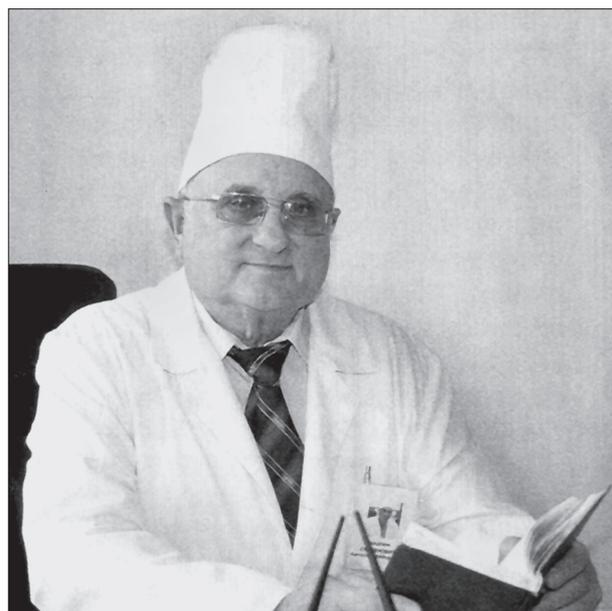
мозга. Удаление таких плотных и волокнистых опухолей связано с риском повреждения мозговых структур, находящихся рядом. Базовым стандартом нейрохирургических клиник при удалении таких образований является применение ультразвукового аспиратора. Суть метода заключается в том, что на опухоль действует концентрированный пучок ультразвука, разрушающий и превращающий ее в кашицеобразную жидкую массу, которая с потоком промывной жидкости отсасывается аспиратором. Таким образом, мозг

не травмируется, а значит, сохраняет свою функцию. Сила ультразвука, ирригации и аспирации при этом регулируется, что позволяет оптимизировать лечение в каждом конкретном случае», — рассказывает академик Смянович. К слову, самые частые операции в Центре — на головном мозге. Врачи борются с различными внутричерепными новообразованиями, доброкачественными или злокачественными, возникающими вследствие запуска процесса аномального неконтролируемого деления клеток. Интересно, что на сегодня об этом известно науке?

— Четкого ответа пока нет. Предстоит еще выяснить, из-за чего клетки начинают буквально «беситься», в какой системе появляется брешь: иммунной, гормональной, генетической. Процесс созревания клетки идет все время во всех органах, и вдруг на каком-то этапе этот процесс нарушается. Вместо того чтобы созреть до конца, клетка вдруг начинает воспроизводить потомство, более молодое, чем она сама. Это снежный ком, который и есть злокачественная опухоль. Так вот мы оперируем не причину, а следствие.

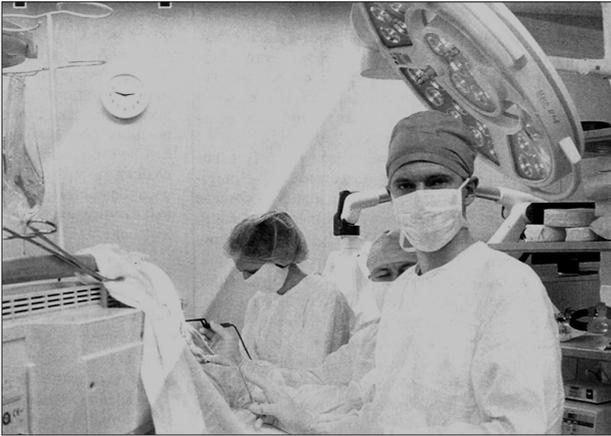
Такие объяснения оставляют еще больше вопросов. Но пока мы рассуждаем, опытные нейрохирурги в это время устраняют ненужное образование.

Кроме удаления опухолей здесь лечат сосудистые патологии, аневризмы, когда на сосуде появляется «мешок», который постепенно растет и в один момент рвется, в результате чего начинается сильное кровотечение. Но когда за пределами сосуда появляется кровь, он сужается, закупоривается тромбом. И человек может еще жить, пока этот тромб не разорвется. Под действием повышенного АД патологический участок сосуда расширяется и выпячивается. Постепенно аневризма увеличивается и в момент физической или эмоциональной нагрузки разрывается. Происходит внутричерепное кровоизлияние — геморрагический инсульт. Заболевание может протекать с головной болью, тошнотой, температурой, ломотой в позвоночнике, конечностях (как при гриппе). Через 5–7 дней человек вроде бы выздоравливает. Но улучшение мнимое: внутри образуются рубцы и спайки, оболочки мозга воспаляются, появляются головные боли, судорожные (эпилептические) приступы. Актер Андрей Миронов скончался на сцене именно от разрыва аневризмы. Магнитно-резонансное, или компьютерно-томографическое, исследование сосудов помогает заподозрить аневризму в 98 % случаев, в т.ч. до разрыва. Показано микрохирургическое и эндоваскулярное лечение.



Эндоваскулярная хирургия — вмешательства, проводимые на кровеносных сосудах чрезкожным доступом под контролем методов лучевой визуализации с использованием специальных инструментов. Это относительно молодое направление современной медицины. Принцип действия можно наблюдать и при лечении артериовенозной мальформации (АВМ — неправильное соединение между венами и артериями, обычно врожденное). Теперь при такой патологии проводят бескровную операцию: рентгеноэндоваскулярную эмболизацию (эмбол — клин, затычка) с помощью клеящихся композиций. По проводнику, введенному в бедренную артерию, хирург продвигает под рентгеноконтролем катетер, на конце которого находится эмболизирующая композиция, — сначала в аорту, сонную артерию, затем к месту локализации мальформации. И здесь хирург как бы «выстреливает») в питающие ее сосуды клеящееся вещество. Оно почти мгновенно эмболизирует сосуды, заполненные артериальной кровью, тем самым прекращается кровоснабжение образования. Теперь опасности нет: затромбированная мальформация перестает существовать.

Разрабатывают в Центре методики лечения и неврологических заболеваний: миастении, мышечной дистонии, болезни Паркинсона. В частности, при лечении последней теперь имплантируют нейростимулятор. В глубинные структуры мозга вводят электроды, их соединяют проводами со специальным устройством, которое устанавливают в подключичной области. Затем прибор программируют на постоянную стимуляцию мозга. Это по-



могает взять недуг под контроль. На следующий день пациент за счет стимуляторов может ходить, двигаться, хотя раньше был прикован к постели. Технологию относят к нейропротезированию.

Технические новинки — это инструментарий в руках врача. Однако чтобы его применить, найти оптимальные решения сложным патологиям, нужны глобальные исследования, научная работа. В частности, Арнольд Федорович является соавтором методики комплексного хирургического восстановления функции верхней конечности при повреждениях плечевого сплетения, которая не имеет аналогов в мировой практике и включает в себя целый ряд новых реконструктивных хирургических вмешательств. «Автором этой методики является мой ученик — заместитель директора по медицинской части и нейрохирургии Рышард Сидорович. В этом году он планирует защитить докторскую диссертацию по этой проблеме», — отмечает собеседник. Дело в том, что травма плечевого сплетения (ПС) занимает третье место среди повреждений периферических нервов, в 75–80 % случаев приводит к стойкой инвалидизации. При падении отрываются нервы от спинного мозга. Основная задача — сшить их. Если при повреждении структур ПС на небольшом протяжении положительные результаты оперативных вмешательств отмечены у 60–86 % пострадавших, то при отрыве корешков от спинного мозга или при повреждении ПС одновременно на нескольких уровнях результаты хирургического вмешательства менее значимы. В этих случаях с целью восстановления функции верхней конечности выполняется экстраплексальная невротизация, заключающаяся в имплантации ветвей сохраненного анатомически и функционально обособленного сплетения или нервов в структуры поврежденного ПС. В качестве нервов-невротизаторов используются двигательные мышечные ветви шейного сплете-

ния, диафрагмальный нерв, межреберные нервы. «В основном мы пересаживаем мышцы спины на поврежденную руку. Получаем положительный результат: обездвиженной рукой уже можно пошевелить. В год оперируем примерно десять таких пациентов», — рассказывает А.Смеянович.

Услуги Центра доступны всем белорусам независимо от места жительства. «Берем пациентов с самыми сложными диагностическими случаями. Нейрохирургическая помощь оказывается и в областных центрах. Раньше необходимо было выезжать специалисту из Минска. Теперь многие медицинские проблемы решаются на местах. В итоге снизили смертность от черепно-мозговых травм на 26 %», — проинформировал директор Центра Андрей Танин.

Высококласную нейрохирургическую помощь оказывают больным не только в РНПЦ, но и в 5-й ГКБ Минска. Там работает ученик А.Смеяновича — лучший врач-хирург республики по итогам 2009 года Александр Барановский. Рука об руку уже много лет оперирует вместе с Арнольдом Федоровичем также его ученик — заместитель директора по научной работе Юрий Шанько. Врач-нейрохирург высшей квалификационной категории вплотную сотрудничает с лабораторией нейрофизиологии Института физиологии НАН Беларуси. Сегодня под руководством Ю.Шанько совместно проводятся исследования по лечению стволовыми клетками ишемического поражения головного мозга.

Среди последователей А.Смеяновича и Александр Головки — опытный нейрохирург и ведущий научный сотрудник Центра Сергей Капацевич. «Научная школа есть! В каждой области трудятся мои адепты. Что там говорить, мой сын — нейрохирург», — отмечает Арнольд Федорович. Что касается его Учителя, то наглядно знакомлюсь с портретом Ефрема Злотника на стене.

Но хирургом А.Смеянович мог и не стать, если бы не случай. «До восьмого класса хотел быть летчиком. Однако после того как я попал под машину и хирурги меня спасли, однозначно решил получить медицинское образование и оперировать сам», — вспоминает академик.

Даже сейчас он почти каждый день проводит операции. Многие больные просят, чтобы их лечил именно Смеянович. Но в Центре уже достаточно опытных нейрохирургов, которые продолжают дело своего наставника и вносят немалый вклад в развитие медицинской науки.

*Юлия ЕВМЕНЕНКО*

*Фото автора, «Веды» и сайта neuro.by*

из журнала «Техника – молодежи»  
январь 2013 г.

## СМАРТФОН — GENERATION NEXT

*Владимир Елин, к.т.н.,  
руководитель проекта «ДО-РА»  
ОАО «Интерсофт Евразия»,  
резидент технопарка «Столково»*

*Вторая половина XX в. — золотой период научной фантастики. Авторы, соревнуясь друг с другом, придумывали экстравагантные способы путешествия в космическом пространстве, новые мощные виды оружия и все более совершенный личный транспорт. Однако мало кто из них обращал внимание на средства связи, и почти все герои будущего в быту использовали проводные теле- и видеофоны.*

[www.intersofteurasia.ru](http://www.intersofteurasia.ru)

### Старт смартфона

Наступил новый век, по улицам, как и прежде, разъезжают автомобили, работающие на нефтепродуктах, однако в карманах у половины жителей планеты лежат мобильные телефоны, о которых фантасты даже не мечтали. И теперь мы знаем, что дальнейший прогресс цивилизации неразрывно связан с развитием средств коммуникации.

За первые 10 лет XXI в. мобильные телефоны «поумнели», обзавелись мощными процессорами и операционными системами. Собственно телефонами большинство новых коммуникационных устройств можно назвать с большой натяжкой, так как это лишь одна из множества функций. В 2000 г. компания Ericsson назвала подобные устройства смартфонами, то есть «умными телефонами». В 2007 г. компания Apple представила первый iPhone, показав, как должен выглядеть идеальный смартфон десятилетия. С этого момента сенсорный экран — тачскрин и интуитивно понятный графический интерфейс стали неотъемлемыми частями смартфонов.

### Коммуникационный кристалл

Но время идёт. И активные пользователи успели уже привыкнуть к «шоколадкам» смартфонов, к их чутким ёмкостным экранам, к интеграции устройств с социальными сетями. Я задумался, а что будет дальше, как будет выглядеть коммуникационное устройство через пять лет. Скорее всего, человек вряд ли совсем откажется от ставшей привычной формы мобильного телефона, плоской призмы, легко уместящейся в кармане пиджака или брюк. И в то же время смартфоны будущего (Smart Phone Future — SPF) не будут походить на аппараты, которыми люди пользуются сейчас, новый функционал потребует и новых конструктивных решений.

Развитие социальных сетей, увеличение объёмов и утяжеление контента вынудят разработчиков увеличить экран смартфона будущего. Однако он, как и теперь, должен удобно лежать в руке. Поэтому оптимальный размер экрана 4,2–4,5 дюйма, максимум 5 дюймов или 12,7 см. Такой экран позволяет комфортно смотреть видеоролики, играть в игры и общаться по видеосвязи. Причём

у телефона будут не один, а два экрана, его можно будет использовать как с одной стороны, так и с другой. Собственно, всё идёт к тому, что вся поверхность телефона станет многофункциональным сенсорным экраном. И если у iPhone 4S одна кнопка (Home) на передней панели и ещё четыре («←»), «+»), sleep и тумблер блокировки звука) на боковой, то у смартфона будущего кнопок не будет вовсе. SPF будет цельным — без зазоров и отверстий, без крышечек и отсеков.

Строго говоря, уже в ближайшем будущем мы перестанем пользоваться телефонами и начнём использовать «коммуникационные кристаллы». В 2010 г. компания BlackBerry представила прототип смартфона Empathy, монолитный и, к тому же, в форме кристалла и выполненный. А финский производитель Nokia вывел на рынок новые телефоны Lumia 800 и 900, вообще из монолитного куска поликарбоната.

Вынуть батарейку из этих телефонов невозможно. Так что тенденция очевидна — корпуса смартфонов будущего будут неразборными.

Однако если уронить BlackBerry или Nokia в ванну с водой, то они перестанут работать. Для аппаратов будущего это перестанет быть проблемой, так как на их корпусе не останется разъёмов для подключения зарядного устройства или наушников. Будущее за бесконтактными технологиями. Заряжаться аппарат будет индуктивно от специальной подставки, а в процессе эксплуатации — постоянно подзаряжаться от электромагнитных волн «мирового эфира» и других излучений, которыми пронизан современный мир. Почему бы не «впитывать» корпусом «мусорные» виды излучений и не перерабатывать их в электроэнергию?

#### По мановению... взгляда

В смартфоне будущего, помимо уже существующего голосового ввода информации, появится система виртуального касания или виртуального контакта, которую назовут, например, Vision Contact или ViCo. Благодаря двум симметрично расположенным на краях корпуса стабилизированным камерам высокой чёткости, производительный процессор будет способен вычислять позицию взгляда по зрачку и время его фиксации на виртуальной клавиатуре. Достаточно будет научиться задерживать его на определённое время, и вы сможете текстовые сообщения набирать взглядом.

Благодаря перспективным технологиям, не только нажатия кнопок, но даже касания тачскрина станут необязательными. Ваш палец, не касаясь дисплея смартфона, окажется способен

управлять им благодаря отражённому сигналу. Подсветка пальца или стилуса может осуществляться в инфракрасном диапазоне.

С периферийными устройствами — наушниками, принтером, внешним экраном и тому подобным — смартфон будущего будет взаимодействовать с помощью уже существующих радиотехнологий, например Bluetooth, NFC и т.п. (Впрочем, возможно, в ближайшем будущем появятся новые технологии взаимодействия устройств.) Однако технологии беспроводной передачи данных унифицируются, и появится новая технология (назовём её Indigo), которая объединит все существующие стандарты. При этом скорость передачи данных станет значительно выше, чем у нынешних высокоскоростных широкополосных способов.

Смартфон будущего сможет воспроизводить стереокартинку, 3D-технологии за последние годы достигли коммерческой зрелости. В аппаратах уже появляется возможность воспроизведения стерео- и даже квадрослуха. Но главное, через некоторое время телефон даже не потребует подносить к уху, новые акустические технологии позволят передавать сфокусированный звук прямо к ушным раковинам.

#### Электронный толмач

И, конечно, у смартфона будущего появится высокоразвитый искусственный интеллект. К примеру, в 2011 г. миру был представлен персональный помощник Siri, интегрированный в систему iPhone 4S. Он не только распознаёт и анализирует речь, но и в состоянии адекватно отвечать хозяину.

Интеллект смартфона будущего возрастет многократно, аппарат, анализируя опыт использования, начнет предугадывать желания владельца и предлагать запустить именно тот набор приложений, который в данный момент необходим.

Смартфон будущего станет главным источником справочной информации, в него будет интегрирована мировая база грамоты. Умный коммуникатор исправит ваши орфографические, синтаксические и даже стилистические ошибки. В облачном сервисе, с которым взаимодействует ваш смартфон, сосредоточат информацию обо всех языках планеты, так что, благодаря аппарату, у его владельца больше не будет языковых проблем при пересечении границы. Эволюция программ распознавания и обработки речи и мощный встроенный процессор сделают смартфон коммуникатором, и с его помощью люди разных языков смогут общаться друг с другом, не прибегая к услугам переводчиков — людей, просто разговаривая по телефону.



обеспечение, работающее благодаря высокопроизводительному многоядерному процессору. Такой процессор, как сердце смартфона будущего, станет поистине уникальным чипом. Производительность процессора должна быть чрезвычайно высока, а вот энергопотребление минимальным. Такой парадокс, но к его решению

уже сейчас стремится компьютерная техника. Для смартфона будущего, скорее всего, будет разработан уникальный программный движок — мобильная программная платформа SPF. В её задачи войдет собственно управление смартфоном и обеспечение функционирования любых программ, созданных для действующих популярных мобильных платформ, таких как iOS, Android, BlackBerry и др. Лучшей же станет такая ОС, которая начнёт вести наиболее полный интеллектуальный диалог, обрабатывать управленческие команды с речи хозяина смартфона, причём на любом активном человеческом языке планеты. И не важно, будет это new iOS, OS Android super или ОС-Ё из России!

### Свой – чужой

Украсть смартфон будущего будет невозможно, он просто откажется работать в руках нового владельца. Своего хозяина аппарат сможет идентифицировать по ряду биометрических параметров, например по уникальному тембру голоса или манере речи. Кроме того, в телефон могут быть «защиты» и другие системы защиты. А если вы потеряете свой смартфон, он сообщит нашедшему, где вас можно найти и какое вознаграждение вы готовы заплатить за возвращение смартфона. И, несомненно, аппарат будущего будет шифровать канал связи, так что подслушать ваш разговор никто не сможет, ну или почти никто.

В смартфонах будущего появится функция регистрации изменений экологической обстановки. Они смогут не только предупреждать хозяина о состоянии радиоактивного фона (скажем, благодаря встроенному устройству «ДО-РА», дозиметр – радиометр, [www.Do-Ra.ru](http://www.Do-Ra.ru)), землетрясениях и прочих напастях, но, собирая информацию с всевозможных регистрирующих датчиков, передавать её в единый центр. Полнота картины делает жизнь людей ещё немного более безопасной и предсказуемой.

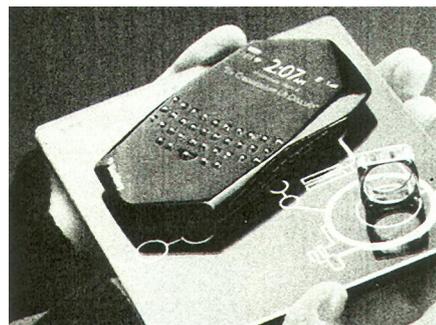
### Умный малый

Операционная система (ОС) смартфона будущего это отдельная тема для прогноза. Новый смартфон должен быть «облачным», т.е. все важные данные должны дублироваться в облаке, причём прозрачно для приложений. В этом смысле ОС тоже должна быть облачной. Для этого требуется мощное, универсальное программное

Заряд имеет значение

Миниатюризация компонентной базы и вынос подавляющего числа функций в облако позволит существенно сократить энергопотребление в смартфонах будущего, даст возможность использовать бесконтактные способы подзарядки мобильных устройств. А беспроводная передача энергии, о которой более 100 лет назад мечтал великий изобретатель Никола Тесла, осуществиться наяву.

В салонах связи нам доводилось наблюдать картину: неподготовленный покупатель, консультируясь у продавца, никак не может решить, на чём остановить выбор. С одной стороны, его



привлекают разрекламированные смартфоны, управляемые операционными системами типа Android или Apple iOS. А с другой, консультант торговой точки уверяет, что выглядящие архаичными кнопочные телефоны в режиме ожидания способны «держат» заряд батареи более месяца. И если для человека телефон — это рабочий инструмент, а не модный аксессуар, то быстро разряжающийся аккумулятор «слишком умных» телефонов может стать серьёзной проблемой для их использования. Поэтому увеличение срока службы батареи путем повышения ее емкости одна из главных задач, которую придется решить в смартфонах будущего. Причем, наравне с ростом емкости аккумуляторной батареи, важную роль будут играть новые технологии беспроводной передачи энергии на расстояние. Эти технологии помогут частично снять проблему нарастающего энергопотребления электронной начинки при увеличении мощности и функциональности смартфонов. Наконец, то, о чём когда-то мечтал Никола Тесла, начало претворяться в жизнь. Так группой физиков из Массачусетского технологического института (MIT) некоторое время назад был испробован метод беспроводной передачи электроэнергии на расстояние в несколько метров с потерей менее 5 % энергии. Передача энергии осуществлялась по технологии, известной под названием «сильно связанного магнитного резонанса». В случае внедрения такой технологии подзарядки аккумуляторов мобильных устройств в жизнь, о зарядных устройствах сегодняшнего типа можно будет фактически забыть. Останется лишь проблема зарядки смартфонов разве что в Антарктиде.

### Размером с атом

При активном использовании батарейка смартфона обычно «выгорает» за 5–8 ч в зависимости от модели телефона. Поэтому активные пользователи мобильного Интернета, чтобы не терять связь с миром, таскают с собой блок запасных батарей. Скажем прямо, это не самое инновационное решение проблемы, и вряд ли вместе со смартфоном грядущего будет выдаваться дополнительный блок питания. Конечно, со временем аккумуляторы станут мощнее, однако энергопотребление растёт ещё быстрее. Смартфоны всё меньше напоминают телефон и всё больше мобильный компьютер: их экран увеличивается, процессор быстрее, а функционал шире. Например, целый ряд производителей — Apple, LG, HTC, Huawei и другие — анонсировали в конце 2011 г. первые смартфоны с высокопроизводительными четырехядерными

процессорами. А выпущенный на рынок тогда же Samsung Galaxy Note с пятидюймовым экраном даже внешне больше похож на планшетный компьютер, чем на телефон.

Конечно, вряд ли стоит ожидать, что у смартфонов появятся блоки встроенной памяти, сопоставимые по объемам с теми, которыми оснащаются ноутбуки. Хотя и в этом отношении прогресс не стоит на месте. Ни у кого нет сомнений, что появится новая база микроэлектронных компонентов. Начинка телефона станет миниатюрнее и энергоэффективнее. Так, например, группа специалистов из IBM Research в экспериментах добились невероятной плотности хранения информации: один бит исследователи смогли записать всего на 12 атомах, в то время как действующие технологии хранения информации для записи бита используют миллионы атомов вещества. Совсем недавно экспериментально получен первый транзистор размером с атом. При такой плотности элементной базы, процессоры будут походить на булавочные головки. И несмотря на то, что производительность таких процессоров существенно возрастет, энергопотребление у них будет значительно ниже, чем у существующих ныне процессоров.

### Коммуникационная консоль

С высокой долей вероятности смартфону будущего просто не потребуется огромная вычислительная мощность. Внутренняя архитектура абонентских устройств изменится. Сами подумайте, сейчас современные коммутаторы напоминают швейцарские ножи с тысячей лезвий. Вы наверняка видели такие на прилавках: неуклюжие устройства со встроенными ложками, вилками, штопорами, отвёртками, маникюрными ножницами и ещё кучей всевозможных инструментов. В этих устройствах есть приспособления на все случаи жизни, вот только использовать эти приспособления в равной степени неудобно.

Телекоммуникационная индустрия нашла выход из этой ситуации — облачные вычисления. Ну, скажите, зачем встраивать в телефон мощный видеопроцессор и большой массив оперативной памяти, которые требуются для обработки видеoinформации в высоком разрешении? Обработать её можно и в облаке, а потом по каналам беспроводной широкополосной передачи данных уже в высоком качестве передать на смартфон. Аналогично можно поступать со звуком и прикладными приложениями. Всё, что сегодня в силу уровня развития технологий находится в смартфоне, в будущем, вероятнее всего, переместится в облака. Там

будут организованы кластеры по обслуживанию определённых функций смартфонов и коммуникаторов будущего, разместят всевозможный софт, файлы памяти, почтовые и другие сервисы.

Впрочем, программным обеспечением из облака никого не удивишь, в некоторых компаниях офисный софт уже сегодня используют из облака. И недалёк тот день, когда из облака можно будет брать даже операционную систему. И тогда один и тот же коммуникатор сможет работать на любой «операционке» (если они, конечно, сохранятся в том виде, к которому мы привыкли). То есть пользователю смартфона, чтобы перейти, например, с Apple iOS на Android или обратно, достаточно будет нажать одну кнопку. Доказательством тому китайский клон Nokia N9, который уже сегодня способен работать с семью операционными системами: MeeGo, iOS 5.0, HTC Sense, Windows Phone 7, BlackBerry, Samsung Touch Wiz 3.0 и Symbian Anna.

Конечно, для получения «тяжелых» приложений или операционной системы из облака потребуются широкие каналы беспроводной передачи данных. Но, как показывают тесты, скорости передачи данных с помощью новых высокоскоростных технологий — например LTE — близки к тому, к чему мы привыкли дома при проводном доступе. Уже сегодня новые технологии не привязаны к конкретной полосе частот, а используют широкий спектр. Так, технология LTE способна работать в нескольких частотных диапазонах, от 700 МГц до 3,5 ГГц. Впрочем, с высокой долей вероятности, появится новая технология передачи данных, объединяющая все ныне существующие. Например, будет реализована предсказанная ещё в середине XX в. Клодом Шенноном, возможность передавать информацию с помощью дополнительных компонент электромагнитных волн. За счёт этого можно будет увеличить число каналов передачи, и в результате величина потока данных на одной частоте сможет возрасти на порядок.

В недалёком будущем смартфон будут выбирать только по внешним параметрам: цвету, форме, весу и так далее, а вся «умная начинка» будет «лежать» в облаке. Как метко заметил один из блогеров: «...само устройство просто будет консолью для доступа к вашей информации на сервере. Понятие карты памяти исчезнет, понятия стандартов связи исчезнут, понятия соединения через Интернет, телефонные линии, блютуз, вайфай и т.д. исчезнут...». И, конечно, работа с облачными сервисами позволит существенно снизить потребление электроэнергии смартфонами будущего.

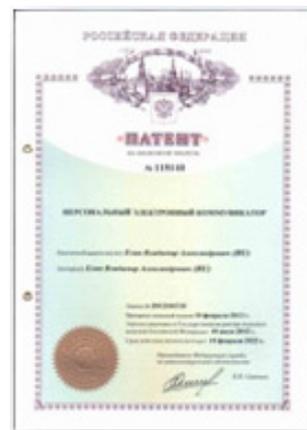
## Мир под себя

В ближайшем будущем изменится не только внешний вид коммуникационных устройств, но и модель их использования. Смартфон будет помогать человеку взаимодействовать не только с другими людьми, но и с окружающим миром. Смартфон будущего будет самостоятельно подключаться и перенастраивать под нас всевозможные электронные устройства. Например, если мы сели в кресло самолёта или легкового автомобиля, то смартфон подстроит под наши интересы монитор, размещённый в спинке впереди стоящего кресла, и интерактивную развлекательную систему. Если вошли домой, то смартфон сможет использоваться в качестве универсального пульта управления бытовой техникой. Благодаря всевозможным сенсорам, датчикам и высокочувствительным камерам, персональное устройство станет основой для целого ряда новых сервисов. Например, встроенные газоанализаторы, датчики радиации и т.п. могут передавать информацию в единый центр обработки данных, а человек в обмен будет получать справку о том, насколько безопасна окружающая его среда, и, если это необходимо, предупреждение о возможной опасности. Высокая степень интеграции смартфона будущего в окружающий мир позволит его владельцу совсем не задумываться о необходимости подзарядки устройств, которые «научатся» подпитываться солнечным светом, «мусорными» излучениями бытовых приборов, бесконтактно заряжаться рядом со стационарными электронными устройствами.

## Вместо послесловия

В далёком 1988 г., задолго до появления такого понятия, как планшетник, студенты Иллинойса пофантазировали на тему, как будет выглядеть персональный компьютер в 2000 г. и в точности описали iPad. Правда, с годом они немного ошиблись).

В статье я не претендую на истину, а просто размышляю про будущее смартфона. А там уж кто знает, может и про мою статью напишут: «Он видел смартфон Будущего». А пока мне пришел конверт, внутри которого я обнаружил патентную грамоту на «персональный электронный коммуникатор», т.е. SPF! тм



## ПАЛОМНИЧЕСКАЯ ПОЕЗДКА НА СОЛОВКИ ОТ ЕЛИЗАВЕТИНСКОГО МОНАСТЫРЯ. 6–14 АВГУСТА 2012 г.

(едут: отец Андрей с матушкой, сестра Людмила, всего 17 человек)

Где-то прочитал:

*Паломничество по святым местам, прикосновение к святыням, по словам Первосвятителя нашего Патриарха Кирилла, позволяет почувствовать схождение Божией благодати, а силой благодати совершается спасение человека.*

*Благодать дается в ответ на веру, а вера крепнет от паломничества к паломничеству.*

Очень хорошо сказано.

### 1-й день 6-го августа

Ну вот и началось мое последнее путешествие. Почему последнее? Да, наверно это так. Хотя «джазово-упадническое» настроение (это выражение коммунистического идеолога Жданова) мне не к лицу.

Я долго думал, какой подарок сделать себе на 60-тилетие, и вот решил съездить в паломническую поездку на Соловецкие острова в Спасо-Преображенский монастырь.

Соловки!!! Раньше мы все много слышали о Соловках, да вот только слышали все не то. Слышали, что это ссылка раскулаченных (хотя это правда), что это советская тюрьма особого назначения (СЛОН) и это правда. Но самое-то главное мы не знали, что это в первую очередь древний монастырь, основанный святыми Зосимой, Саватием и Германом. Что это благодатное, хотя и суровое северное, но намоленное место.

Ну ладно, теперь все по порядку.

Утром в 7.00 я поехал с Ниной на вокзал (она поехала меня провожать). Вещей взяли с собой очень много (так нам расписали в Елизаветинском монастыре — продуктов, килограмм так под 16–18, т.к. там готовить еду придется все самим, ну и пожертвования для монастыря). Так нагружаться мне приходилось последний раз только когда мы ездили торговать в Польшу. Хорошо, что вчера купил тележку. Ноги мои не хотели слушаться, и Нина всю дорогу на вокзал отговаривала меня от поездки, да и я сам тихо ковылял с палочкой, и даже засомневался, но раз уже решил ехать, то обратного пути нет.

Все наши паломники собрались, как и договаривались на вокзале, не было только Батюшки Андрея. Пошли к поезду, отец Андрей едва успел на посадку. В вагоне разместились, у всех верхние полки. У меня в купе как раз вредная тетя, все скандалила из-за мест под багаж. Собрались в соседнем купе, читали акафист Николаю Чудотворцу и все быстро перезнакомились. Затем все распозлились по своим местам. Я пошел к себе и заснул, у меня наверно давление, но еще и очень жарко и душно в вагоне. Дал почитать свои старые паломнические заметки двум своим спутницам, читали, понравилось. А я слушал В. Высоцкого про «Коней.., что б не несли так быстро сани..». Видно тоже как у В.Высоцкого — «..я немного устал..». Хотя и много сделал и успел. Научил детей многому — учиться, работать, дал все, что у меня было. Мне как-то на исповеди священник сказал, «что только не обижайся на детей, т.к. обида разъедает тебя самого. Ты просто молись за них». Что я сейчас и делаю.

После Орши пошли на север — в Витебск и далее в Россию. На станции Дно в России весь поезд вышел из вагонов подышать (в вагоне очень жарко). Здесь установлен Крест в память о том, что



г. Кемь



Поселок возле Соловецкого подворья

тут был арестован последний русский царь, перед его отречением от престола. Все целовали Крест, я не стал, Николай II виноват в том, что произошло потом с Россией. Сели в поезд и читали Акафист Соловецким Святым. Я лег спать, а в 12 ночи была большая остановка — 1,5 часа в Великом Новгороде. Наши многие ходили в Новгородский Кремль. Меня не разбудили, а то бы я тоже сходил.

### 2-й день 7-го августа

Едем в поезде. Встал рано, все еще спали. Выглянул в окно, чувствуется, что едем на север, природа меняется. Я полежал, послушал в MP3 «СуперСтар». Народ проснулся, почитали утренние правила. Вышли в Петрозаводске на перрон, остановка 20 минут, все покупают мороженое, хотя уже и не жарко. Буду оставшуюся часть пути лежать, набираться сил, может быть восстановлюсь перед большими пешими испытаниями (хотелось бы). Да и надо составить список приглашенных на свой юбилей (по приезду в Минск надо же будет заниматься этим). И надо продумать, как вообще все организовать (а вообще, надо ли, но надо).

Трапезничали все паломники вместе, очень хорошо, разговорились. Меня попросили рассказать про отца Сергия (Комлика) из поселка Сокол, про то, как мы с ним работали раньше в ФТИ. А потом я рассказывал про Великорецкий Крестный ход. Меня здесь очень хорошо понимают, читали общие молитвы, и я вижу, что много знаю, вообще я в своей «тарелке». Очень много думаю о всех своих родных. Вот если бы на минуту сейчас увидеть своих родителей и все им рассказать.

В 17.00 опять сели кушать, вот куда идут харчи, а можно было бы и попоститься. И вот в 19.00 мы приехали в г. Кемь. «О, Я, Я Кемьска волость» (это из «Иван Васильевич меняет профессию»). Вышли с поезда, дождь, холод. Сели в микроавтобус, поехали через город на Соловецкое подворье (км 10–15). О ля, ля, 59-я деревня, двухэтажные бараки. Но возле каждого дома огороды, парники и все заставлено автомобилями — Россия, дорог нет, но все на авто.

Приехали на место, стало совсем страшно: грязь, мрак, но на самом подворье ночлежка более менее — трехъярусные нары,

мы приехали первые и поэтому заняли хорошие места. Позже тут уже не было мест. Вышли на берег, вид на море конечно впечатляет, но чувствуется, что это не Черное море, а Белое, да и постройки на берегу просто жуть. Жить здесь людям нельзя.

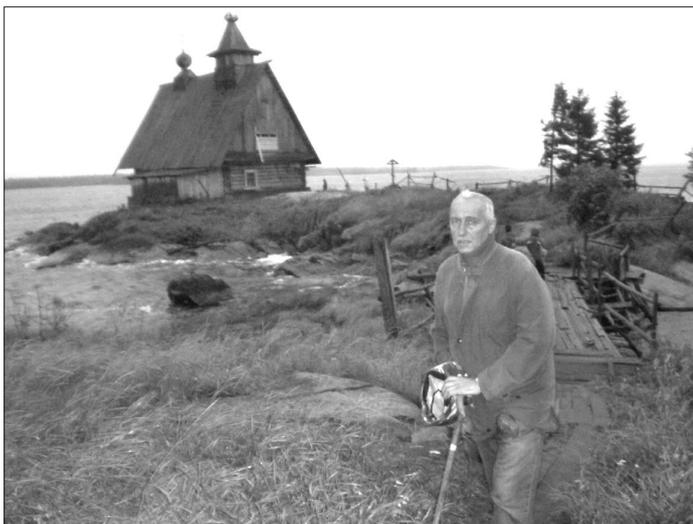
Встретили поляка, приехал один на мотоцикле из Варшавы. Завтра хочет поехать с нами на Соловки, а потом дальше в Мурманск. Где-то молодец, но понять трудно, почему он поехал сюда, а не на Гибралтар.

Опять сели есть за общий стол, еды вывалили море, может быть мы приехали сюда для этого. Покормили поляка и вышли на берег. Недалеко, на полуострове видно место, где проводились съемки фильма «Остров». Решили пойти туда посмотреть.

Я не подрассчитал с одеждой. Дубар жуткий, а ветер просто сдувает. Подумал про свою Нинельку, которая не может жить без тепла, она бы тут просто сразу умерла. На месте съемок смотреть-то оказалось нечего. Сфотились и назад. По приходу назад все пошли читать вечерние правила, а потом Акафист Николаю Чудотворцу в маленький храм в этом же здании, где и наша ночлежка. Было уже очень поздно, больше 11 вечера. Пошли спать, спать было очень плохо, за окном завывал ветер, настоящий шторм.

### 3-й день 8-го августа

Встали рано в 5.00. На улице дождь стеной с ветром. Почитали утренние правила, а потом ждали сигнала с пристани — пойдет ли корабль в Соловки. Начали читать акафист Николаю Чудотворцу, и тут поступила команда — на причал. Это метров 600–800. Дождь стеной, по дороге вода рекой, пришлось идти напрямую в кроссовках прямо по воде. Пришел на причал, мокрый насквозь. На причале ветер, волны мотают наш кораблик. Решили грузиться. Вторая группа на втором корабле решила в море не выходить. Поляк сел с нами и мы пошли на Соловки. И тут началось. Я впервые в жизни узнал, что такое шторм, настоящий шторм. Моряки сказали, что было 5–6 баллов. Кораблик наш маленький, кидает как щепку из стороны в сторону, волны задувают за борт, сильный дождь и ветер, вообще ничего не видно. Всех тошнит, я как-то удержался, но мути-



*Место, где снимался фильм «Остров»*



*Бухта благополучия*



*Наша группа возле входа в монастырь*

ло страшно. Отец Андрей и те, кто еще был в состоянии, читали Акафист Николаю Чудотворцу, вся надежда только на него. Я разделся, душно, хотя весь мокрый, но мутит, хорошо, что еще не завтракали. Поляк наш, вроде здоровый парень и то лег на пол, потому, что мотает просто жуть. И так шли три часа. Видно хороший капитан. Где то за полчаса до прихода к Архипелагу все как-то успокоилось, даже выглянуло солнышко, что тут скажешь — Николай Чудотворец, кстати наш кораблик назывался «Николай Чудотворец». Вышли на берег, разместились недалеко в двухэтажном деревянном доме (удобства на улице). Переделся во все сухое, нам дали полчаса, а потом собрались всей группой возле Золотых ворот у входа в Монастырь.

Пошли на трапезу (это единственный раз, когда нас кормили в монастыре). Обошли весь монастырь, да он и небольшой, но стены и башни монастыря, собранные из просто огромных валунов, впечатляют. Трапеза была обычная монастырская (не 5 звезд). После завтрака нас встретила наша гид и три часа водила по монастырю. Надо сказать, что очень даже интересно и познавательно. Она рассказала и про зарождение монастыря, основателей, Зосимы, Саватия и Германа, и про Филиппа-святителя Московского (фильм «Царь» — Олег Янковский), это единственный человек, который мог сказать Ивану Грозному — нет. Основные постройки монастыря как раз были произведены при нем. Он сам был из знатного рода и Иван Грозный выделил ему на строительство монастыря — 1000 рублей. По тем временам, это были просто баснословные деньги. Монахам здесь в суровых условиях севера удалось создать очень много — это и каналы, соединяющие несколько озер, и зерносушилки, и сухие доки для ремонта судов, и кирпичный завод для строительства храмов, и фермы. Но самое главное, конечно, они знали, что является самым важным для каждого монастыря — это молитва, это скиты со старцами, это каждодневная молитва за всех христиан.

Но в то же время Соловки были и царской тюрьмой-темницей. В каменных мешках сидели за большие провинности. Здесь были и двое Пушкиных, и один декабрист. Здесь сидел в заточении и последний атаман Запорожской сечи, когда уже стал не нужен. А усадил его сюда граф Потемкин, хотя вначале дружил с ним. Атаман прожил здесь на Соловках до 112 лет и купил очень дорогой Евангелий для монастыря. Здесь на его могиле стоит его бюст.

Пришли к себе в «келью» в 16.30. Опять ели и пили. На службу пошли в Державный храм. Было Миропомазание. Я заказал службу о здравии всех родных.

#### 4-й день 9-го августа

Спали хорошо, но в спальнике, потому что в нашей комнате, как у нас в студенческие годы в Воркуте в 1972 г., — дубар, ветер через разбитые окна и постель с времен Соловецких лагерей.

Вообще в нашей паломнической группе мужчин, не считая батюшки, всего три человека, это я, молодой парень школьник (он был с матерью) и Русанов Николай, военный пенсионер из Борисова. Как потом выяснилось, служил с моим одноклассником — Юрием Пилогиным. Вечером, мы с Николаем пошли спать немного раньше, остальные готовились к завтрашнему причастию.



*Филиппова пустынь*



*У поминального Креста в Филипповой пустыни*

Подъем в 5.00, пошли на службу. Я что-то не очень, не могу долго стоять и поэтому ушел со службы раньше. Пришел к нам в дом, разогрел вчерашнюю еду к приходу всей группы. Собрались все, как всегда молитва и завтрак. На часах уже 11.00. Сейчас пойдём пешком в «Филиппову пустынь» А потом в 13.00 едем на автобусе на обзорную экскурсию по острову.

Пишу позже. День удался. И большое дело в этом имеет погода. Утром было прохладно и ветер, это остатки шторма, который навалился на острова, но уже стало стихать. Да и пошли мы в Филиппову пустынь по лесной дороге (это где-то 2,5 км.). Шли тихо, очень красиво, лес весь в грибах и ягодах. В Филипповой пустыне малый скит и источник. Вода отличная.

Возле Креста прочитали Акафист преподобному Филиппу, и сразу назад в поселок, чтобы успеть на автобусную экскурсию. В 13.15 выехали на север острова. Вначале были Филипповы садки — это дамба через узкий залив моря, чтобы морская рыба не уходила назад в море.

Обновление воды в образовавшейся запруде, происходит за счет приливов и отливов. Здесь же источник и первое место пребывания Зосимы и Германа на острове. Отсюда Зосима увидел Храм в облаках и определил место для строительства монастыря. Дальше поехали в Макарьеву пустынь или как ее еще называют Ботанический сад. Действительно очень даже хорошее место между тремя холмами. Здесь даже температура выше на 3–5 градуса, чем на всем острове. Здесь собраны растения со всего света, что в природе нигде не встречается.

Здесь «коммуняки» в свои времена сделали для себя комендатуру. Здесь же чудом остался на одном из холмов Поклонный Крест. А всего таких Крестов на острове было больше 1 тысячи. До «коммуняк» тут жил архимандрит Порфирий. Его два знаменитых высказывания:

1. Помни про судный день и во век не согрешишь.

2. Не пей вина, постись, молись, трудись и представляй все свои дела не как жертву Богу, а как средство к укреплению Духа.

Это все очень интересно нам рассказывал наш гид Алексей. Молодец, парень из Москвы, сам преподаватель и переводчик.



*Филипповы садки*



*Макарьева пустынь,  
или ботанический сад (комендатура)*

Знает про Соловки много и рассказывает хорошо, работает здесь уже несколько сезонов.

Затем по экологической тропе через лес и озеро вышли к автобусу и поехали дальше на север острова (про дорогу ничего не говорю, ее просто нет, огромные ямы и лужи). Приехали к самой высокой точке острова — к Секирной горе. Она известна очень многим.

— когда возле нее высадились и стали жить Саватий и Герман, приезжие рыбаки хотели их выжить отсюда, но им явились «лесные братья», которые их секли прутьями (отсюда и название секирная) чтобы они убирались с острова, тем самым дали понять, что это монашеская территория.

— позже на горе был создан Свято-Вознесенский скит, который позже был переделан в самую жестокую тюрьму и здесь звери-коммуняки проводили расстрелы.

Мы все с о. Андреем прочитали молитвы на братских могилах за невинноубиенных. Затем взойшли на самый верх горы на смотровую площадку. Вид супер.

Видно край острова, за ним море. А внизу уединенный скит, который коммунаками использовался тоже как тюрьма для политических противников. Здесь и пролилась первая кровь. Здесь бывшие соратники дедушки Ленина, помня про свои права в царских тюрьмах, вначале пытались бастовать, требуя газет и прогулок (разогнались). Но они тогда еще не знали, с кем связались, а когда поняли, то было уже поздно.

Во время войны, когда на Соловках уже работали все, и лес и торф и т.д., в этом скиту был центр по подготовке морских юнг. Здесь учил-



*Вид с Секирной горы (за озером виден малый скит)*

ся писатель Пикуль. А почти до самой войны здесь везде была «фабрика смерти». Надо почитать Бориса Ширяева — «Неугасимая лампада», страшная книга. Он все это знал не понаслышке, он был узником Соловков.

Спустились с горы, спуск очень крутой по деревянной лестнице. Внизу — Поклонный крест, поставленный и освященный Алексием II. Также почитали молитву и пешком на автобус, потом в поселок. По приезду пошли сразу на службу, было Миропомазание. Вечером в 21.00 переехали в другой шалман. Здесь хоть разгрузили все харчи в общую кучу. А проживание приблизительно такое же. Комнаты на 15–20 человек. Правда цивилизный туалет. Пока разместились, ужин, вечерние правила, легли спать в 24.00.

### 5-й день 10-го августа

Утром рано все зашевелились. Пошли в Храм. Поставил свечи, заказал службу о здравии всех наших. Постоял недолго и пошел назад домой, ноги плохие, надо полежать. Собрались на завтрак, как всегда молитва, еды хватает, даже слишком. Все пошли в морской музей, я не пошел, а лег спать. В 14.15 все встретились на причале, и наш катер пошел на экскурсию на малый Заяцкий остров. Море спокойное, но холодно, а вид на острова — обалденный.

На Заяцком острове тоже все очень красиво и необычно, здесь смешались разные климатические зоны, и тундра и лесотундра. На берегу стоит маленький Храм Андрея Первозванного. Именно сюда приехал Петр I, когда он попал в шторм и не смог немного дойти до основного Соловецкого острова. Здесь и был освящен флаг русского морского флота в честь Андрея Первозванного. Храм Андрея Первозванного маленький, строение еще с времен Петра I.

Но конечно он полупустой. Здесь на острове никто не живет, и служба проводится только по праздникам.

В годы репрессий сюда на остров привозили за провинности женщин и оставляли их здесь в наказание, жуть.

Экскурсия удалась. Все собрались на корабль, и мы пошли к себе в порт. По дороге домой уж очень красивые виды на море, на острова, много чаек. Все класс.

Пришли в порт, все пошли на службу в Храм. Мы с Николаем из Борисова пошли в морской музей, он бесплатный и находится прямо в бухте Благополучия. Там в музее ребята из Питера собирают копию корабля «Святой Петр», на котором сюда в Соловки



*Вся наша группа перед выходом на Заяцкий остров*



*Храм Андрея Первозванного на Заяцком острове*



*На Заяцком острове*

первый раз приезжал Петр I в 1692 г. Здесь в музее есть старые морские карты, много всякого интересного.

Затем мы пешком пошли в поселок. Нашли музей Соловецких лагерей, но опоздали, он был уже закрыт. Посмотрели сувениры в лавках, очень все дорого. Прокат велосипедов и скутеров тоже очень дорогой. Велосипед — 350–650 рублей в день, мото — 350 рублей в час. Но дают минимум на 3 часа. Мы отлично прошлись с Николаем, поговорили, я даже вроде как и ничего, в порядке. Пришли домой, я вот пишу, а Николай помогает по дежурству. Наши паломники придут со службы через час, а сейчас уже 20.00.

Завтра поездка на второй по величине остров — Анзер. Говорят, что самая тяжелая поездка, там надо будет много ходить по острову и по скитам. Завтра выезжаем рано утром, справлюсь ли? А отъезд домой из Соловков послезавтра, в воскресенье вечером. Надеюсь, больше шторма не будет. Все, буду писать уже завтра.

#### **6-й день 11-го августа**

Спал ужасно, можно сказать, вообще не спал. Во-первых всякие мысли, а во-вторых, комната большая, человек 11–12, да и Коля давал такого храпака, что крутились все. И я заснул только под утро, когда уже светало, и надо было вставать. Встали в 4.30. Взял с собой рюкзачок с водой и плащом, еще дали с собой нести хлеба. Другим пришлось нести пожертвования для скитов и еду на день. Собрались все, прочитали утренние молитвы и в 6.00 сбор возле Никольских ворот. Двинулись в путь к причалу — 3,5 км. Но я и еще несколько человек подъехал за 100 р. На уазике. Дорога ужасная, да и мне было бы тяжело. Водитель уазика, он же и капитан нашей шхуны. Посудина надо сказать маленькая, старая, смешная. Но было на берегу еще две, еще смешнее и меньше. Дождались всех, кто сегодня отплывал на Анзер. Расселись по судам и в путь.

Это маленький портик на противоположной стороне острова — большая губа. По ней шли долго до выхода в море. Вокруг красота неопишуемая, берега губы, острова, на воде полный штиль, чайки и т.д. Но очень холодно. Я так задубел, что потом спустился в трюм, но согреться уже не смог. Вышли в море и пошли на Анзер. Этот остров виден издалика, действительно большой и краси-



*Высаживаемся на остров Анзер*



*Свято-Троицкий Храм (изолятор)*



*Вид на «Голгофу с масличной горы»*

во. На самой высокой точке острова виден Храм, это Голгофа. Наш кораблик стал на рейде, а на берег перебирались на лодке за несколько рейсов.

Дорога по острову пошла вверх по лесу и болотам. Грязь, но дорога кое-где мощеная досками и бревнами. Так шли 2,5 км до Свято-Троицкой пустыни. По пути много красивых лесных озер и море грибов и ягод. Очень хороший гид Мария, рассказывает про этот скит, и про то, как раньше здесь монахи выпаривали соль на продажу, и как здесь было явление Божьей матери. Все постройки сохранились, но в ужасном состоянии, и сейчас идет активное восстановление скита монахами и трудниками. Мы провели молебен в Храме. При коммунаках здесь был изолятор.

Потом завтрак на берегу лесного озера, очень красиво и в путь на Голгофу — 4 км. Но с остановками на маленьких скитах, где старцы проводили в одиночестве до 20 лет. А дальше вообще интересно. Прямо Иерусалим, только северный. Конечно, все символично, но по всему очень похоже. И повторяет все, хотя бы по ландшафту. Вначале мы были на «масличной» горе, затем спустились через «Гефсиманский» сад к поминальному Кресту, и начали подниматься на Голгофу. На середине — Храм Воскресения Господне «Кувуклия».

Мы везде проводили молебен. Поднялись на Голгофу — здесь Храм распятия Господне. В Храме была большая служба, проводили несколько священников совместно с нашим о. Андреем. Вообще в этом скиту проживают 12 монахов. Они несут службу по очень строгому уставу (нельзя даже рыбы), службы только ночью, поэтому мы их никого не видели.

При «коммунаках» здесь была страшная «больница», сюда отправляли больных тифом и конечно отсюда назад на большой остров уже никто не возвращался. А еще раньше здесь монахам было видение, что на этом месте будет проливаться кровь, очень много русской крови. Тут даже береза выросла в виде креста — Чудо, природа плачет о невинноубиенных.

Спустились вниз к Храму Воскресения Господне. Здесь гид Мария рассказала про святого великомученика Петра Воронежского, который здесь и погиб. Но его мощи

были недавно обнаружены и они сейчас в Воронеже. А рядом большие братские могилы, где больных просто бросали в ямы и присыпали землей. Пошли читать молебен. И тут мне было видение: как бы маленькое облачко отделилось, прошло по веткам деревьев, и я услышал голос — «Ну вот и меня нашли». Я стоял как замороженный. Когда кончилась молитва, я сказал об этом о. Андрею и рассказал о том, что где-то здесь на севере погиб мой прадед, которого я, естественно, никогда не видел и даже нет фотографий. Есть только фото моего деда — Новикова Василия Никанорович. Так что прадеда звали Никанор. И это все что я знаю. О. Андрей сказал, что это был он — мой прадед Никанор, царствие ему небесное.



*Плачет природа*

Набрали воды в источнике и в путь к причалу (как в песне), но уже по другой дороге.

Дорога хорошая, лесная и тоже очень много ягод и грибов. Я потихонечку с палочкой доковылял, но никого не задерживал.

Вид на Голгофу с другой стороны острова Анзер

Погрузились на кораблик и в Соловки. По дороге домой нас останавливал и проверял патруль, вот как.

Пришли на главный остров опять по морской губе в маленький портик. Высадились с корабля, я на машину, за 100 рублей и в поселок, хотя многие пошли пешком. Быстро переделся и на службу. Завтра надо причащаться. На службе было миропомазание, пробыл на службе до конца, затем ужин и надо готовиться к утреннему причастию.

В целом очень хороший день, да и с погодой повезло, а то ведь у предыдущих групп было совсем не так как у нас. Приехали по хорошей погоде, а здесь попали в дождь и шторм и просидели в доме. Я думаю это сила молитвы, о. Андрей молился всю дорогу, когда мы шли на острова в тот шторм. Так что я очень рад, да и сегодня я со всеми трудностями справился, очень хорошо. Ну а найденная могила моего прадеда, это вообще что-то!



*«Кувуклия», а рядом слева в братской могиле, могила моего прадеда Никанора*



*Виды с Голгофы*



*Крестный ход в монастыре*



*Вид на монастырь со стороны Святого озера*

### 7-й день 12-го августа

Сегодня утренняя праздничная воскресная служба в 9.00, поэтому я отдохнул и выспался капитально. По подъему — утренние молитвы и на службу в Храм. Отстоял всю службу, хотя и трудно. Очень хорошо пел хор монахов. Людей было очень много. Причастились, потом был Крестный ход вокруг монастыря во главе с наместником монастыря архимандритом Порфирием.

После службы нас ждал обильный завтрак, уже было 12.00, и все засобирались на экскурсию. А я, как дежурный остался убирать посуду и готовить еду на обед — ужин.

Все дела переделал, сходил в душ (платный), отдохнул и пошел не спеша в музей Соловецких лагерей. Очень хороший, а правильнее сказать очень страшный музей. Из головы не выходит вчерашнее видение на острове Анзер. Всматриваюсь в фотографии и кадры кинохроники, а вдруг увижу близкое лицо... Сволочи коммунаки, они здесь на Соловках опробовали ГУЛАГ до 1929 года, а потом его распространили на всю страну. Я пожалел, что не взял с собой фотоаппарат. Не зафиксировал на фото здесь на входе в музей высказывание главного преступника 20-го века Ленина: «больше расстреливать попов и кулаков, ненадежных отправлять в концлагеря», и рядом с ним все его помощники — Зиновьев, Каменев, Троцкий, Дзержинский. Сталин, что, был только исполнителем, хорошим исполнителем Ленинских идей, хотя вариться ему в аду.

Затем неспеша пошел домой, посидел у Святого озера возле монастыря, подумал обо всем.

Все собрались, похвалили меня, что я справился с дежурством. За нами приехал автобус (много вещей, да и так монастырь провожает паломников) и поехали на причал в бухту Благополучия, рядом с монастырем. Сели на тот же корабль — «Николай Чудотворец» и пошли в Кемь. Море спокойное и очень красиво. В Кемь приехали в 23.00. На подворье собралось много паломнических групп, кое-как разместились, приготовили ужин, опять есть. А у меня заканчивается дежурство, пока поели, убрали, почитали молитвы, на часах было уже 1.30. А вставать в 5.00.

### 8-й день 13-го августа

Встали в 5.00, быстро собрались, пришел автобус и на вокзал в Кемь. Езды минут 30. Выгрузились, но поезд приходит на 3-ю платформу (как всегда специально для меня) Переход через верхний мост, это для меня катастрофа, пока поднялся, спустился - едва успел к своему вагону. Ну а в поезде как и следовало ожидать — верхняя полка, боковая, возле туалета. В вагоне расселись, молитва, еда, опять молитва, пока не стали все вырубаться. Поспали до 14.00 и снова начали читать молитвы и есть. Правда еще читали стихи (даже я осмелился) и пели коллективно песни. Конечно, все здорово, и коллектив как-то сплотился, да и едем домой, настроение хорошее.

### 9-й день 14-го августа

Вот и закончилось мое последнее путешествие по святым местам. Хочется думать, что последнее только в этом году. Дай Бог. На все воля Божья.

*Александр Новиков*

*Из материалов журнала «Архитектура и строительство» № 2 / 2012*

## **К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.В. ОПОЛОВНИКОВА**

*А.Б. Бодэ*

Реставрация памятников деревянного зодчества в России имеет сравнительно недолгую историю. После первого опыта подобных работ в начале XX века был большой перерыв, когда памятники деревянной архитектуры почти не реставрировались. Крупномасштабная их реставрация развернулась только после Великой Отечественной войны. Именно тогда сразу ярко и сильно прозвучало имя архитектора-реставратора А.В. Ополовникова.

Александр Викторович Ополовников родился в 1911 году в селе Поднаволоке Рязанской губернии. Его семья, пережившая репрессии, неоднократно меняла место жительства. В 1939 году Ополовников с отличием окончил Московский архитектурный институт. В сфере реставрации он начал работать еще в студенческие годы. Уже тогда определился его основной профессиональный интерес к русскому деревянному зодчеству, проявились способности к прекрасной художественной графике. Пройдя всю войну, после демобилизации из армии он вернулся к любимой работе.

В 1948 году под руководством Ополовникова была проведена первая в стране крупная реставрация — Успенской церкви в Кондопоге 1774 года. За ней последовали реставрации Успенского собора в Кеме 1711–1717 годов, Варваринской церкви в деревне Яндомозере 1650 года, Петропавловской церкви в деревне Лычный Остров 1620 года. Это очень значительные объекты — наиболее выдающиеся среди российских памятников деревянного зодчества. Однако главной в деятельности архитектора была реставрация храмового комплекса Кижского погоста, включающего Преображенскую церковь 1714 года, Покровскую церковь конца XVII–XVIII века, колокольню XIX века и бревенчатую ограду. Эта работа продолжалась с 1949 по 1956 год.

Ополовников стал инициатором создания на острове Кижы музея под открытым небом. Наиболее значительные экспонаты музея, перевезенные из заонежских деревень, отреставрированы по его проектам и под его руководством. Среди них древнейший памятник деревянной архитектуры в России — Лазаревская церковь Муромского монастыря, дом Ошевнева, дом Елизарова, дома Пертякова, Вичурина, Пономарева в деревне Ямка, часовни в деревнях Леликозеро, Вигово, Кавгора, малые хозяйственные постройки — амбары, бани. По проектам Ополовникова также были отреставрированы часовни в окрестностях острова Кижы — в деревнях Еглово, Подъельники, Волкостров, Корба и др.

Кроме Карелии, Ополовников много работал в Архангельской и Мурманской областях, в Центральной России и Сибири. Среди его работ не только реализованные проекты реставраций, но и многочисленные графические реконструкции, выполненные по материалам собственных обмеров и натурных обследований памятников в самых разных уголках России. Типология этих объектов необычайно велика — жилые дома, амбары, бани, мосты, мельницы, церкви, часовни, оборонительные сооружения. Ополовников великолепно владел графикой. Его обмерные и проектные чертежи, выполненные в технике отмывки, отличаются точностью, детальной проработанностью и высокой художественностью. Это настоящие произведения искусства.

Практический и теоретический опыт реставраций позволил Ополовникову защитить в 1958 году кандидатскую диссертацию, а в 1976 году — и докторскую. Объем материалов по русскому деревянному зодчеству, собранных реставратором за его долгую творческую деятельность, очень велик. Они представлены в нескольких его книгах, написанных живым, образным языком и

проиллюстрированных собственными чертежами и фотографиями. После кончины Александра Викторовича его дочь, Елена Александровна, основываясь на этих материалах, выпустила серию очень объемных и содержательных изданий о русском деревянном зодчестве. Деятельность Ополовникова в 1991 году была отмечена Государственной премией СССР, в 1994 году он был избран почетным академиком РААСН.

Что касается методов работы, Ополовников был убежденным приверженцем целостных реставраций. Красоту, своеобразие и главную ценность памятников русского деревянного зодчества он видел исключительно в их первоначальном, дообшивочном состоянии, стремился к удалению позднейших наслоений и воссозданию первоначального облика. Подобный подход демонстрируют все крупнейшие реставрационные работы Ополовникова. Вместе с тем при работе с некоторыми памятниками, где не хватало данных для целостных реставраций, он ограничивался проведением консервационных работ с элементами реставрации фрагментарной. Первоначальный облик таких памятников оставался запечатленным лишь на бумаге, в блестящих графических реконструкциях мастера.

Ополовников имел немало оппонентов, сторонников иных реставрационных методов, его обвиняли в нанесении вреда кижским памятникам. Однако, во-первых, его убеждения соответствовали духу времени, тенденциям, господствовавшим в послевоенной реставрационной практике. Во-вторых, благодаря его работам были раскрыты и представлены миру выдающиеся художественные достоинства и своеобразие русского деревянного зодчества. Наконец, сегодня, в ходе сложнейшей и дорогостоящей реставрации Преображенской церкви Кижского погоста, специалисты приходят к выводу о целесообразности метода простой традиционной переборки, на чем всегда настаивал Ополовников.

В отечественной реставрации памятников деревянного зодчества Александр Викторович по сей день остается крупнейшим мастером и самым сильным специалистом. Огромное количество обследованных и отреставрированных памятников, выполненных графических реконструкций, опубликованных книг и статей свидетельствует о его колоссальном творческом потенциале, работоспособности и бесконечной преданности делу. Вклад А.В. Ополовникова в изучение и сохранение русского деревянного зодчества переоценить невозможно.

*Лазаревская церковь  
Муромского монастыря*



Фото с сайта: <http://dralexmd.livejournal.com>

# ЭМИГРАЦИЯ

## Часть четвертая

(продолжение)

Клеванец Ю. В.

### 1. Американские самолёты Сикорского

Итак, в марте 1918 года Сикорский в Париже. Уезжая, он предусмотрительно похлопотал о рекомендательных письмах от иностранных военных атташе в России. Конструктор привёз с собой также часть архива.

Очень быстро о прибытии знаменитого русского инженера стало известно в правительстве, и с ним был подписан контракт на строительство бомбардировщика, способного поднять бомбу в 1000 кг. В августе того же года были готовы чертежи, но в ноябре война закончилась, и бомбовоз стал не нужен.

Конструктор решил эмигрировать в Америку. Поначалу и там Сикорским заинтересовались, но вскорости военный бюджет был сокращён, о новых разработках не могло уже быть и речи.

Игорь Иванович в Нью-Йорке «сидел на бобах» в буквальном смысле этих слов. Только в конце 1920 года он нашёл постоянную работу учителя математики и физики в школе для детей эмигрантов. В этой же школе наш герой познакомился с учительницей Елизаветой Семион, которая через некоторое время стала его второй женой. Первая жена Игоря Ивановича, с которой он прожил не больше года и которая родила дочь Татьяну, не захотела уезжать из России.

Бывший главный конструктор теперь ещё немного подрабатывал чтением разных лекций (например по астрономии). Однако он хотел большего, хотел и стучался во все двери.

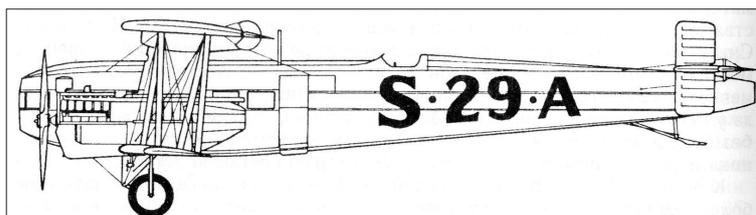
В марте 1923 года удалось собрать акционерное общество из русских эмигрантов. Капитал компании составил 800 долл. Начали выпуск акций по 10 долл.

В это время из Советского Союза к Сикорскому приехали сёстры Елена с сыном и Ольга. Они привезли с собой дочку авиаконструктора. Всей большой семьёй Сикорские уехали на остров Лонг-Айленд, на ферму одно-

го из компаньонов. Эта ферма и стала производственной базой эмигрантской авиастроительной компании.

Проект нового самолёта S-29 был по сути переработанным и модернизированным вариантом «Муромца». Крылья бипланной коробки теперь, в отличие от прототипа, уже имели «толстый» профиль и из-за этого не нуждались в большом количестве растяжек. Двигателей было два, но предполагалось, что они будут более мощными, чем те, что были на «Муромцах». Нормальная центровка позволила уменьшить размеры оперения и не опасаться глубоких виражей (на «Муромце» не очень опытным пилотам рекомендовалось разворачиваться в полёте «блинчиком»). Пилотская кабина была открытой и располагалась сверху фюзеляжа. Грузопассажирская кабина позволяла разместить 14 пассажиров или до 1,9 т груза. Было спроектировано новое шасси из толстых стальных труб с большими колёсами. Самолёт получился довольно большим, размах крыльевой коробки составил 19 м, скорость предполагалось получить 160–190 км/ч.

Коллектив эмигрантов-авиастроителей дружно взялся за работу. Материалы закупались на распродажах военной техники, ставшей ненужной после войны. Надо заметить, что ситуация со снабжением в Америке совершенно отличалась от российской: здесь можно было купить всё, были бы деньги. Компаньоны обшаривали также автомобильные свалки — в Америке они были уже и в 20-е годы. Вспоминают, например, что нашли



Самолёт S-29

панцирные кровати и порезали их на уголки. Но наступила осень, пошли дожди. Под открытым небом стало неприятно работать. Неожиданно подоспела помощь от композитора Рахманинова, который купил акции фирмы на 5000 долл. На эти деньги арендовали ангар.

Весной 1924 года самолёт был готов, но в первом же полёте потерпел серьёзную аварию, к счастью, без жертв. Пилотировал сам Сикорский.

Аэроплан был восстановлен в августе того же года. После собственноручно проведённых испытаний Сикорский стал давать объявления в газеты о перевозке грузов и пассажиров. В кассе стали появляться деньги. Однажды даже «обслужили» гангстеров — возили виски (в США тогда был объявлен «сухой закон»).

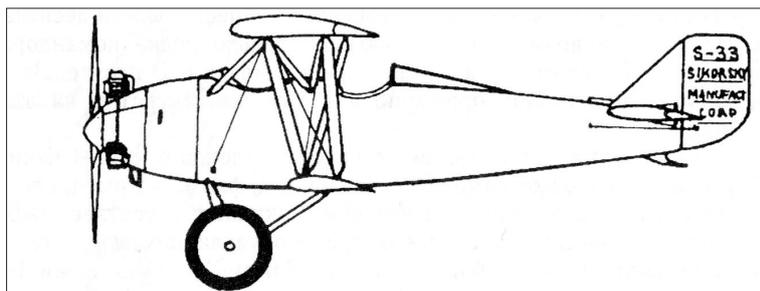
В 1927 году самолёт S-29 был выгодно продан миллионеру Р. Тернеру, а от него попал в Голливуд. Там его и сожгли во время съёмок какого-то патриотического фильма.

Но Сикорский не только помогал бультреграм. Как только в кассе завелись деньги, сразу же началось проектирование нескольких разных самолётов — на все случаи жизни, под самых разных заказчиков. Опишем эти самолёты.

S-30 был уменьшенной копией S-29 под двигателями в 200 л. с. и под полную нагрузку в 800 кг. Максимальная скорость предполагалась 160 км/ч.

S-31 — учебный двухместный биплан для армии США с звездообразным мотором в 230 л. с., максимальной взлётной массой 1320 кг и скоростью до 170 км/ч. На этом самолёте Сикорский впервые в своей практике применил роговую компенсацию рулей.

Подобным же бипланом, но увеличенным под двигатель «Либерти» в 400 л. с. стал S-32 — многоцелевой, транспортный, позволявший перевозить четырёх пассажиров. Масса взлётная 2,5 т, скорость 217 км/ч. Эта машина интересна тем, что конструктор в соответствии с самыми модными тогдашними веяниями сильно уменьшил размеры нижнего крыла — получился «полутораплан».



Самолёт S-33

S-33 был маленьким двухместным самолётом первоначального обучения под двигатель «Рон» в 120 л. с. Это тоже полутораплан с размахом верхнего крыла 9,8 м, нижнего — 4,27 м, массой пустого 400 кг, взлётной — 635 кг.

Здесь надо сделать остановку. S-33 по времени изготовления и по назначению, а значит и по массе, двигателю, размерам, стоял в ряду весьма интересных конструкций, знаменующих собой то, что пройдена определённая веха в развитии авиации, что конструирование как искусство поднялось на достаточно большую высоту, обогатившись опытом Первой Мировой войны. В Англии подобным самолётом стал «Тайгер мот» («Тигровая бабочка»), в Чехословакии — «Велики Комар», в СССР — У-2 (По-2). Каждый из этих небольших самолётов интересен и поучителен даже и для современных инженеров. Но несомненное первенство принадлежит, конечно, У-2, выпускавшемуся 25 лет и летавшему более 40 лет. Поликарпов, его конструктор (как мы уже знаем, прошедший школу «Руссо-Балта»), при помощи варьирования площадей крыльев, углов их установки и подбора профилей получил более «Сикорский» самолёт, чем у самого Сикорского. То есть среди всего ряда подобных бипланов именно У-2 имел наибольшую удельную грузоподъёмность (из-за большой площади крыльев), выполнял все фигуры высшего пилотажа, оставаясь при этом «покладистым» (вынос верхнего крыла вперёд, увеличенный угол атаки на верхнем крыле, большая площадь оперения), был очень дешёв (основные материалы — сосна, фанера, ткани), прост в ремонте и в эксплуатации. У S-33, конечно, была намного больше скорость, зато У-2 выигрывал по всем остальным показателям. Поликарпов своим У-2 продемонстрировал, что он уже вполне зрелый мастер.

Но мы продолжаем.

Сикорским была также построена небольшая амфибия-полутораплан S-34, первый самолёт этого конструктора с убирающимся колёсным шасси (в конце 20-х годов прошлого века убирающиеся шасси вообще были исключительно редкой новинкой). Пилотская кабина находилась в лодке, двигатель, звездообразный «Райт» в 200 л. с., поднят на верхнее крыло. Размах верхнего крыла 17,07 м, нижнего — 12,08 м, длина 10,35 м, скорость 200 км/ч, высота полёта — до 4600 м.

И, наконец, для «русской» авиакомпания, организатором которой был сам

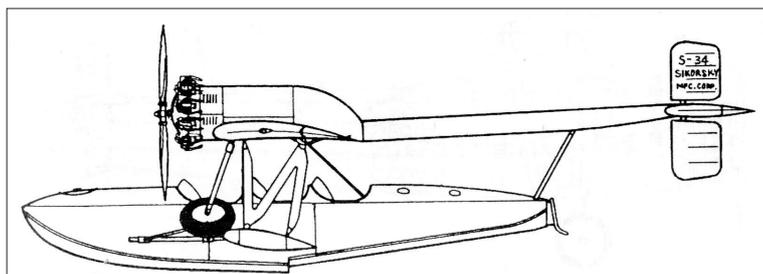
Сикорский, строился самый большой самолёт в практике этого конструктора, S-35. Он имел макс. взлётную массу 9100 кг, массу пустого 4400 кг, 3 звездообразных мотора Гном-Рон «Юпитер» в 420 л. с. должны были позволить этому самолёту лететь с максимальной скоростью в 232 км/ч, высота полёта достигала 5 км, а дальность (перегоночная) — до 5800 км.

S-35 был полуторопланом с размахом верхнего крыла 30,8 м, нижнего — 23,2 м, имел разнесённое вертикальное оперение и был рассчитан на перевозку 12 пассажиров.

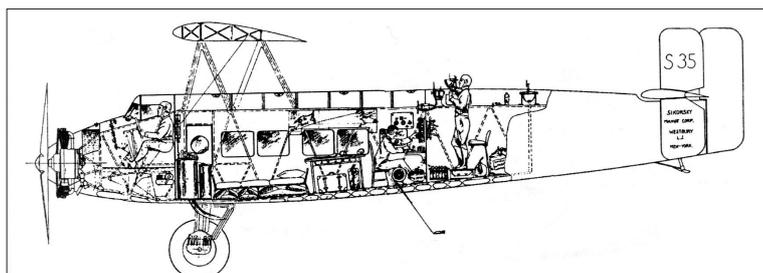
Все эти самолёты имели разную судьбу. S-31 и S-33 не заинтересовали ни военных, ни частные авиационные школы. S-34 был разбит при испытаниях. S-32 — куплен канадской нефтедобывающей компанией и эксплуатировался несколько лет с разным шасси — на колёсах и на поплавках.

Особенно интересна история S-35. Ещё на этапе постройки этой машиной заинтересовался ас Первой Мировой войны француз Рене Фонк. Он хотел совершить рекордный перелёт Нью-Йорк – Париж (за это были обещаны призовые 25 тыс. долларов). Пассажирский самолёт, таким образом, нужно было переделать в рекордный, да побыстрее: приближалась осень 1926 года, а с ней дожди и туманы. Фонк к тому же опасался конкурентов.

Самолёт был переоборудован и облётывался, однако Фонк остановил испытания: на него давили спонсоры, обеспокоенные приготовлениями других лётчиков.



Самолёт S-34



Самолёт S-35 (в разрезе)

Рекордный полёт был остановлен катастрофой на взлёте. Сам Фонк и второй пилот остались живы, погибли радист и механик. Самолёт сгорел.

Ни пилот, ни фирмачи-спонсоры, ни самолётостроители не раздумывали: надо строить новую машину. На втором варианте, названном S-37, Сикорский вместо трёх французских «Юпитеров» решил установить два новейших американских мотора «Прагг-Уитни» в 520 л. с. Взлётная масса при такой перестановке сразу же уменьшалась до 6660 кг, увеличивались потолок и дальность.

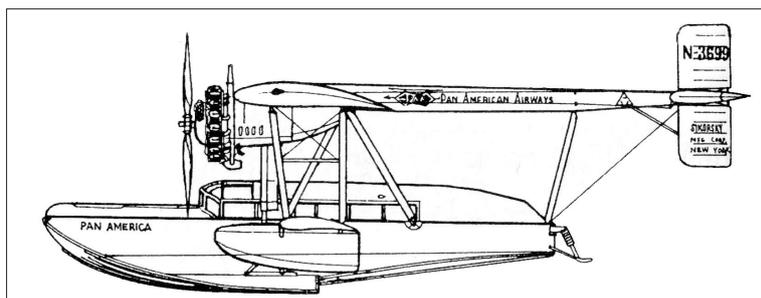
Однако пока шли работы, трансатлантический перелёт совершил лётчик Чарльз Линдберг, ему и достались призовые. По условиям контракта спонсоры Фонка выкупили построенный S-37 и тут же перепродали его в Аргентину. Машина несколько лет эксплуатировалась на линии Сантьяго – Буэнос-Айрес.

Армия США купила ещё один самолёт этого типа. Его переоборудовали под несение бомб и под установку пулемётов, назвав машину «Гардиан» (гвардеец).

В целом к 1927 году итог работы русской эмигрантской фирмы был нулевым: то есть и не разорились, но и не разбогатели.

Однако подготовка к рекордному перелёту свела Сикорского с удачливым конкурентом Фонка, лётчиком Линдбергом, который стал шеф-пилотом новой авиакомпании «Пан Американ». «Пан-Ам» стремилась «застолбить» за собой линии в Южной Америке, где тогда не было хороших аэродромов. Руководство фирмы сделало ставку на амфибии и гидросамолёты. А значит для Сикорского и компании снова нашлась работа.

Восьмиместная амфибия S-36 (2 лётчика + 6 пассажиров) была полуторопланом, имела два двигателя «Райт» по 200 л. с., расположенных на верхнем крыле. Масса пустой машины была 1540 кг, макс. взлётная 2540, размах верхнего крыла 21,94 м, нижнего — 8,53 м. Скорость достигала 200 км/ч. Отдельно нужно отметить наличие на S-36 убирающегося колёсного шасси с гидравлическим приводом — совершенной редкости и экзотики для того времени. Шасси такого типа применялись и на всех последующих амфибиях Сикорского.



Самолёт S-36

«Пан Американ» купила три такие машины, да ещё две достались ВМФ США.

В следующем, 1928 году на базе S-36 была построена увеличенная копия, названная S-38. Она вмещала уже 8 пассажиров и двух пилотов. Взлётная масса её 4 т, масса пустого — 2,63 т, 2 мотора Прагг-Уитни по 425 л. с., размах верхнего крыла 21,5 м, нижнего — 10,66 м, длина 12,3 м, макс. скорость 200 км/ч, потолок — более 6 км. Всего было изготовлено 114 машин S-38. Это самая большая серия самолётов, разработанных Сикорским из когда-либо производившихся. Благодаря этим амфибиям «Пан Американ» сумела открыть несколько транспортных линий по бассейну Карибского моря.

В 1930 году на S-38 были установлены мировые рекорды: грузы в 500 и в 1000 кг были подняты на высоту 8200 метров, а груз в 2000 кг — на высоту 7930 м.

На вырученные от продажи амфибий деньги Сикорский купил участок земли в городе Статфорд, штат Коннектикут. В 1929 году там началось строительство нового завода фирмы «Сикорский». За год завод был построен. Семейство Сикорских переехало ближе к производству. В Статфорд перекочевали и многие семьи русских эмигрантов.

Здесь надо сделать пояснение. Многие, но не все съехались в Статфорд по весьма прозаической причине. Демократия-демократией, но за перемещениями русских по стране следил Госдепартамент США, тем, кто подходил под американское определение лояльных граждан переезд разрешался, а остальным — нет.

Уже на новом заводе была разработана и строилась амфибия S-39, уменьшенная копия S-36, рассчитанная на частных владельцев. Контракт на её строительство был заключён в том же 1929 году.

Завод вполне ритмично строил амфибии, но нашему герою поневоле при-

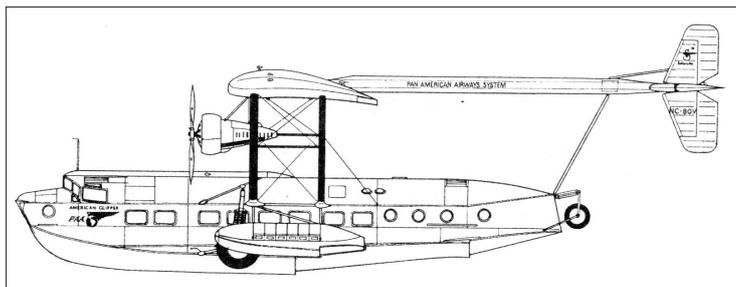
шлось задуматься над будущим: началась Великая депрессия. В результате раздумий было принято решение войти в состав корпорации «Юнайтед Эйркрафт», в которую входили как производства, так и воздушные транспортные предприятия.

Между тем «Пан Американ» становилась ведущей авиакомпанией Нового Света. Чтобы сделать свой успех более зримым, руководство «Пан-Ам» решило заказать

Сикорскому строительство большого самолёта.

Контракт на разработку был заключён всё в том же 1929 году. Новая амфибия S-40 строилась под 4 двигателя «Хорнет» в 575, а затем — и в 660 л.с. и превосходила все аппараты, которые ранее делал Сикорский. Однако по схеме своей этот самолёт в значительной мере был повторением S-38. Правда, теперь конструктор полностью отказался от нижнего крыла. Новая машина стала монопланом — высокопланом с подкосами (ещё одно название такой схемы «моноплан-парасоль») и одной хвостовой балкой. В литературе отмечается интересный способ улучшить эксплуатационные свойства самолёта: тросовая и тяговая проводки управления были выведены на корпус лодки и закрыты съёмными кожухами. S-40 мог перевозить 40 пассажиров на дальность 800 км или 24 пассажира — на 1500 км. Макс. скорость — 210 км/ч, посадочная — 105 км/ч, потолок — 4100 м, взлётная масса — до 17 т, масса пустого — 9,534 т, масса груза 3,9 т, размах крыла 34,7 м, длина 23,4 м. Внутри лодки размещался салон, разделённый на каюты, с буфетом, двумя туалетами, курительной комнатой, холодильником и багажным отсеком. Первая машина была построена в апреле 1931 года и на тот момент оказалась самым большим самолётом в Америке.

Авиакомпанией была устроена торжественная презентация, на которой жена президента Гувера дала S-40 имя «Американ Клипер». Сам Линдберг повёл машину в рекламное турне по США.



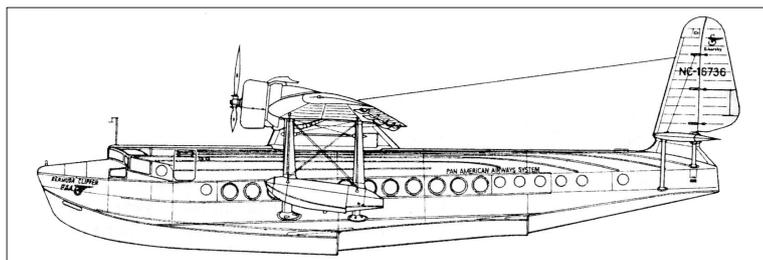
Самолёт S-40

Всего было построено 3 S-40, они летали на линиях Карибского моря, со времени вступления Америки во Вторую Мировую войну S-40 стали учебными машинами и летали в таком качестве ещё до 1943-44 годов.

Затем Сикорский предпринимает ещё один шаг для насыщения рынка амфибиями: строит «промежуточный» между S-38 и S-40 самолёт с двумя моторами «Хорнет», получивший индекс S-41. Новая машина была рассчитана на 14 пассажиров, взлётная масса 6,256 т, масса пустого 3,677 т, масса груза 1,5 т, размах крыла 24 м, длина 13,75 м, скорость макс. 210 км/ч, крейсерская 185 км/ч, дальность 650 км. Всего таких лодок было построено 8.

Руководство «Пан Американ» уже мечтало о трансокеанских перевозках, и для этих целей Сикорскому было предложено разработать ещё более амбициозный проект. На заводе заложили новую четырёхмоторную большую летающую лодку S-42. Еще при строительстве предприятия было предусмотрено, что на нём будет собственная аэродинамическая труба с рабочим диаметром 2 м и гидробассейн. Всё это пригодилось в работе над следующей большой машиной. Чтобы соединить в одном самолёте большую дальность и скорость с как можно меньшей посадочной дистанцией требовалось оснастить его крылом, выдерживающим большие нагрузки на площадь — такие, как на спортивных самолётах конца 20-х годов. А для снижения посадочной скорости следовало применить механизацию в виде закрылков. Рост нагрузки на крыло (т.е. попросту уменьшение площади) позволяет надеяться на увеличение скорости полёта, но в то же время увеличивает и посадочную скорость. Под новое крыло инженерами фирмы Сикорского братьями Глухарёвыми был разработан специальный аэродинамический профиль GSM-3 (Глухарёвы Сергей и Михаил) и зависающие закрылки.

Также впервые в своей практике и одним из первых в мире Сикорский решил установить на свою машину винты изменяемого шага (ВИШ).



Самолёт S-42

Новый самолёт получился намного более «чистым» с точки зрения аэродинамики, чем предыдущий S-40. Он имел более удлиненные пропорции, лодка теперь стала фюзеляжем. Всех восхищали стремительные формы новой машины, как это когда-то было с С-11.

Через два года после подписания контракта работы над самолётом перешли в стадию испытаний. Во время испытательных полётов была установлена серия мировых рекордов. 24.04.1934 поднят груз в 7433 кг на высоту 2000 м. 17 мая того же года груз в 5 т поднят на высоту 6203 м. 01.08.34 самолёт показал среднюю скорость 253,7 км/ч на дистанции 2000 км с грузами в 0,5 т, 1 т, 2 т и среднюю скорость 254,3 км/ч на дистанции 1000 км с теми же грузами.

В целом на момент передачи заказчику были зафиксированы следующие показатели: нормальная взлётная масса 13600 кг, макс. скорость 300 км/ч, крейсерская 257 км/ч, дальность полёта с грузом 700 кг — до 5000 км, с грузом в 3 т — 2000 км. Самолёт мог перевозить 32 пассажира на дальние расстояния, а на короткие — 40. Весовая отдача («фирменный конёк» Сикорского) превышала 42% (для сравнения: на знаменитой «сухопутной» «Дакоте», Дуглас ДиСи-3 она составляла 33%).

В августе того же 1934 года была устроена помпезная презентация новой машины, а 16.08 S-42 уже совершил первый коммерческий полёт на маршруте Майами — Рио-де-Жанейро. Расстояние в 8700 км он преодолел за 5 суток. Машине было присвоено название «Бразильский Клипер».

Всего было построено 10 S-42, они летали на маршрутах Манила — Гонконг, Манила — Шанхай, Манила — Кантон, а также через Атлантический океан в Англию и Португалию.

По сложившейся традиции Сикорский заложил и уменьшенный вариант своего «Бразильского клипера» под два мотора «Хорнет» в 750 л. с. Если S-42 был изготовлен как летающая лодка с возможностью оснащения колёсным шасси по требованию заказчика, то новый самолёт с индексом S-43 был сделан как амфибия, то есть уже с «сухопутным» шасси, установленным на лодке. Первый полёт он совершил 1 июня 1935 года. Основные его характеристики таковы: скорость макс. 306 км/ч, скорость крейсерская — 267 км/ч, дальность 1900 км, экипаж 3 человека плюс 18 пассажиров. В апреле следующего, 1936 года на этом самолёте был установлен миро-

вой рекорд подъёма на высоту — машина взлетела на 7620 метров. Интересно, что пилотом в рекордном полёте был сам Сикорский, человек уже весьма зрелого возраста. Всего S-43 было построено 53 машины, три из них были куплены СССР и эксплуатировались в Арктике.

В 1935 году в связи с прогнозируемым ухудшением политической обстановки в мире Авиационное бюро ВМС США заключило с Сикорским контракт на строительство большой патрульной и противолодочной летающей лодки.

Это была «лебединая песня» семейства морских самолётов Сикорского, да и других его самолётов тоже, самым большим аппаратом из когда-либо им построенных.

Самолёт проектировался под 4 мотора Пратт-Уитни «Уосп» в 700 л. с., был вооружён 4 оборонительными пулемётами и имел возможность несения 4 т бомб. Он проектировался как летающая лодка-свободнонесущий моноплан (то есть уже без подкосов), но мог быть и дооборудован колёсным шасси.

Первый полёт S-44 совершил 13 августа 1937 года. При испытаниях была получена макс. скорость 367 км/ч, потолок 7000 м, дальность 8000 км. Взлётная масса составляла 22 т. В том же году самолёт был переоснащён новейшими моторами «Твин Уосп» в 1065 л. с. С этими двигателями по-

казатели были такие: экипаж — 8 человек, взлётная масса макс. 24600 кг, масса пустого 14000 кг, размах крыла 38,15 м, длина 23,85 м, скорость макс. 328 км/ч, крейсерская 260 км/ч, дальность с полной загрузкой 3120 км. Однако флот переориентировался на другого поставщика, S-44 хоть и был закуплен, но пролетал всю войну в единственном экземпляре.

Впрочем, пока ещё был мир, в Новом Свете продолжалась конкурентная борьба гражданских авиакомпаний-перевозчиков. Большой лодкой Сикорского заинтересовалась новая амбициозная фирма «Американ Экспорт Эйрлайнз». Она заказала постройку трёх S-44 в пассажирском варианте.

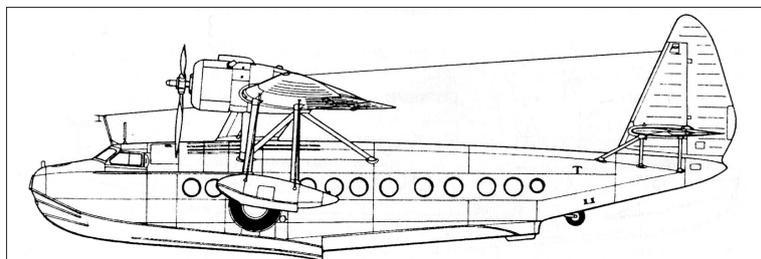
Эти самолёты получили новейшие моторы «Твин Уосп» в 1200 л. с. Они были рассчитаны на перевозку 40 пассажиров плюс 11 человек экипажа. Масса взлётная выросла до 26 т, зато масса пустого уменьшилась до 13,6 т из-за того, что сняли вооружение. Размах крыла 37,8 м, длина 24,2 м, крейсерская скорость осталась прежней, максимальная снизилась до 280 км/ч, а дальность составила 5790 км.

Только эти три гражданских самолёта имели индекс не S-44, а VS-44. Дело в том, что руководство «Юнайтед Эйркрафт», прогнозируя снижение объёмов пассажирских перевозок вообще и перевозок гидросамолётами — особенно, настояло на слиянии фирмы Сикорского с фирмой «Воут», которая тоже входила в эту корпорацию.

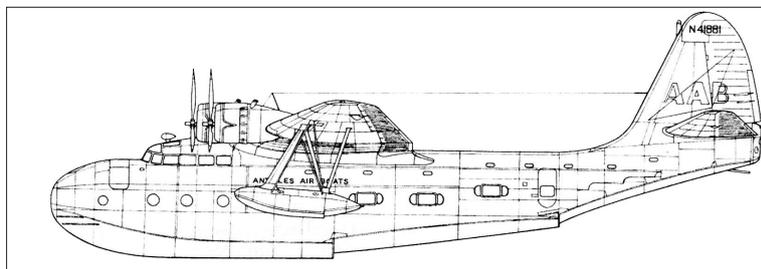
А VS-44 показали себя вполне надёжными и комфортабельными машинами. Они летали в Дублин и Лиссабон через Атлантику. Один самолет из этой тройки эксплуатировался до середины 60-х годов, после чего был отправлен в авиационный музей.

Завод Сикорского в Статфорде теперь был загружен производством агрегатов к самолётам фирмы «Воут», в частности — знаменитого «Корсара». Для обретения большей самостоятельности уже немолодому конструктору Игорю Ивановичу Сикорскому требовалось срочно отыскать новое поле для деятельности.

*(Продолжение следует)*



Самолёт S-43



Самолёт VS-44

Из журнала «Наука и жизнь» №2, 2013

## НЕ ТОЛЬКО ГОЛОВЫ

Раскопки, проведённые у основания двух гигантских каменных голов на острове Пасхи, показали, что в земле скрываются их торсы и руки. Причём на спинах статуй, изготовленных 500–1000 лет назад, высечены какие-то надписи (пока прочесть их не удаётся). Так как скульптуры установлены на склонах горы, археологи полагают, что статуи не были специально вкопаны в грунт, а стояли в полный рост, но занесены за прошедшие столетия землёй, смытой дождями с вершины и склонов.



## ГОЛЛАНДИЯ БУДЕТ ПРИРАСТАТЬ МОРЕМ

У порта Роттердам создан новый полуостров. Со дна Северного моря подняли 325 миллионов кубометров песка и намыли новую сушу. Работы продолжались четыре года и обошлись примерно в три миллиарда евро. Площадь Нидерландов выросла на 2000 гектаров, что примерно в десять раз больше площади Монако. За счёт новой земли будет расширен роттердамский порт, и так самый крупный в Европе.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС

Во Франции разработан сверхчувствительный датчик взрывчатки. Он может заметить 800 молекул тринитротолуола, витающих среди 10 миллионов миллиардов (10 квадриллионов) молекул воздуха. Стержень из кремния усажен полумиллионном нанотрубочек, состоящих из двуокиси титана (на снимке, сделанном с помощью электронного микроскопа, они окрашены зелёным). Трубочки покрыты слоем вещества, связывающего тринитротолуол. Стержень вибрирует, как камертон. Когда к трубочкам пристаёт молекула взрывчатки, конструкция становится чуть тяжелее, изменяется частота её вибрации, электроника на это реагирует. Изменив состав слоя, покрывающего нанотрубочки, можно научить устройство выявлять другие виды взрывчатки или любые загрязнения воздуха.

## СПАСЕНЫ ОТ СМЕРТИ

Ежегодно в мире более пяти миллионов человек умирают из-за болезней, связанных с курением, и полмиллиона — из-за того, что вдыхали дым, выпускаемый курильщиками.

С 1990 года правительство Бразилии развернуло борьбу с табаком. Сначала ввели большой налог на сигареты, потом обязали печатать на пачках предупреждения о конкретных болезнях, возникающих из-за курения, затем издали строгие законы против загрязнения воздуха дымом в общественных местах и на работе. В результате доля курящих с 1989 года до наших дней снизилась вдвое. По оценкам специалистов, половина этого сокращения объясняется увеличением цены на сигареты, 14 % успеха отводят на счёт новых законов, 10 % дали программы лечения от табачной зависимости и 6 % сокращения объясняются кампаниями в СМИ. Считают, что общими усилиями спасены от смерти 420 тысяч бразильцев.

С 1 января 2002 года в американском штате Миннесота запретили курение в ресторанах, а с 1 октября 2007 года — вообще везде, кроме своего дома. Недавно подведены итоги: количество инфарктов упало в штате на треть.

# **ВНИМАНИЮ АВТОРОВ**

## **ПРАВИЛА ПОДАЧИ РУКОПИСЕЙ**

Материалы для публикаций в журнале «Инженер-механик» предоставляются на бумаге и в электронной форме. Публицистические статьи желательно дополнять иллюстрациями и фотографиями авторов.

### **Материалы на бумаге**

#### ***Требования к оформлению статьи***

Статья должна иметь:

- название;
- фамилию и инициалы авторов с указанием организаций, которые они представляют (если организация одна для всех авторов, то она указывается однократно);
- объем не более шести печатных страниц;

Статья должна содержать минимальное количество формул, которые необходимо четко вписать в отдельные строки. Многострочные формулы должны быть подготовлены в редакторе формул (Math Type) тем же шрифтом, что и текст. Отдельные греческие символы набираются в тексте, используя гарнитуру Symbol.

Список использованных источников приводится в конце статьи в порядке последовательности ссылок в тексте или в алфавитном порядке в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Сведения об авторах размещаются на последней странице, где указываются Ф.И.О. (полностью), организация (без сокращений), адрес, служебный и домашний телефоны.

Текст набирается в одну колонку, без абзацного отступа.

Шрифт — Times New Roman, размер — 14 пт.

Межстрочный интервал — одинарный.

Между словами допускается не больше одного пробела. Не допускается использование «мягких» переносов. При форматировании левое поле — 2,5 см, правое — 1,5 см, снизу и сверху — 1,5 см.

Страницы должны быть пронумерованы.

Сноски и примечания размещаются в конце текста.

Ключевые положения статьи могут быть выделены курсивом или подчеркнуты.

#### ***Требования к иллюстрациям***

Рисунки выполняются в соответствии с действующими стандартами, на них должны быть обозначены только те позиции, на которые есть ссылки в рукописи. Мелкие, несущественные детали в процессе печати могут оказаться неясными. Фотографии должны быть четкими и контрастными, на них нельзя делать никаких надписей. Каждая иллюстрация должна иметь подпись.

### **Материалы в электронной форме**

Материалы предоставляются по электронной почте (mail@boim.by, raichonka@gmail.com) или на любом другом электронном носителе в редакторе Microsoft Word. Графические материалы предоставляются в форматах JPG, TIF, PSD с разрешением не менее 300 dpi. Диаграммы (гистограммы) должны быть выполнены в черно-белом варианте. Для заливки использовать различные штриховки.

Публикации в журнале осуществляются по условиям договора между авторами и редколлегией.