

Ковид-19: возможны варианты!

Учёные в спешном порядке изучают варианты коронавируса с повышенной переносимостью, такие как выявленные в Соединённом Королевстве, Южной Африке и Бразилии, чтобы понять, какую угрозу они представляют

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

■ Передача инфекции

У всех трёх вариантов вируса изменились те части, которые обеспечивают его проникновение в клетки человека

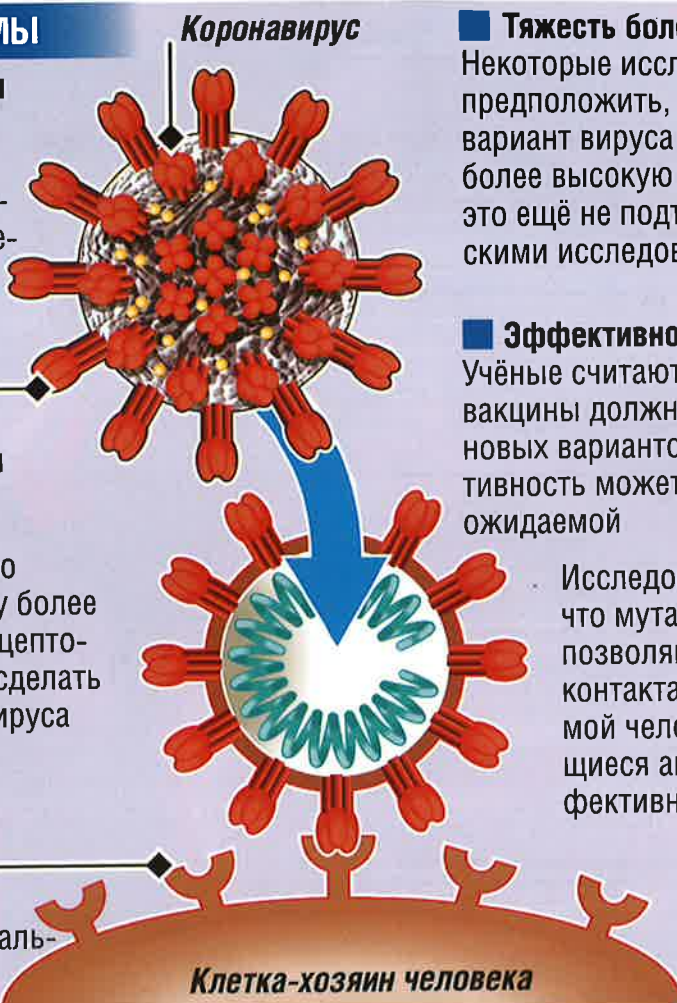
Белковый шип

Его мутации влияют на лёгкость заражения клетки

Мутация **N501Y** судя по всему помогает вирусу более плотно прилегать к рецептору клетки. Это может сделать британский вариант вируса на 30–50% заразнее

Рецептор ACE2 *

Точка входа вируса в клетку-хозяин для дальнейшей репликации



■ Тяжесть болезни

Некоторые исследования позволяют предположить, что британский вариант вируса может иметь на 30% более высокую смертность, однако это ещё не подтверждено клиническими исследованиями

■ Эффективность вакцины

Учёные считают, что существующие вакцины должны работать и против новых вариантов, хотя их эффективность может оказаться ниже ожидаемой

Исследования показывают, что мутации **E484K** и **K417N** позволяют вирусу избегать контакта с иммунной системой человека, делая имеющиеся антитела менее эффективными

* Ангиотензин-превращающий фермент 2

Место происхождения	Великобритания	Южная Африка	Бразилия
Название вариации	B117	B1351	P1
Время и место обнаружения	Сентябрь 2020, юго-восток Англии	Октябрь 2020, провинция Восточный Кейп, ЮАР	2 января 2021, у японских путешественников, прибывших в Бразилию
Сообщено в ВОЗ	14.12.2020	18.12.2020	10.01.2021
Ключевые мутации	N501Y	N501Y, E484K, K417N	N501Y, E484K, K417T

Источники: BBC, Всемирная организация здравоохранения

© GRAPHIC NEWS, ТЕХНИКА — МОЛОДЁЖИ

ДОМАШНИЙ ЭКСПРЕСС-ТЕСТ НА «КОРООНУ»!

За 5 минут прибор определит наличие антигенов коронавирусов у человека и животных. У разработчики нет аналогов в России и в мире. Эта сногшибательная новость опубликована в журнале *International Journal of biology and biomedical engineering*

Исследователи из Пермского Политеха разработали проект устройства для экспресс-анализа инфицирования коронавирусами. Прибор, который можно будет использовать в домашних условиях, за 5 минут сможет определить наличие антигенов коронавируса человека и животных. По словам учёных, аппарат позволит ускорить выявление заражённых COVID-19 людей и снизить нагрузку на медицинских работников. У разработчики пока нет аналогов в России и в мире.

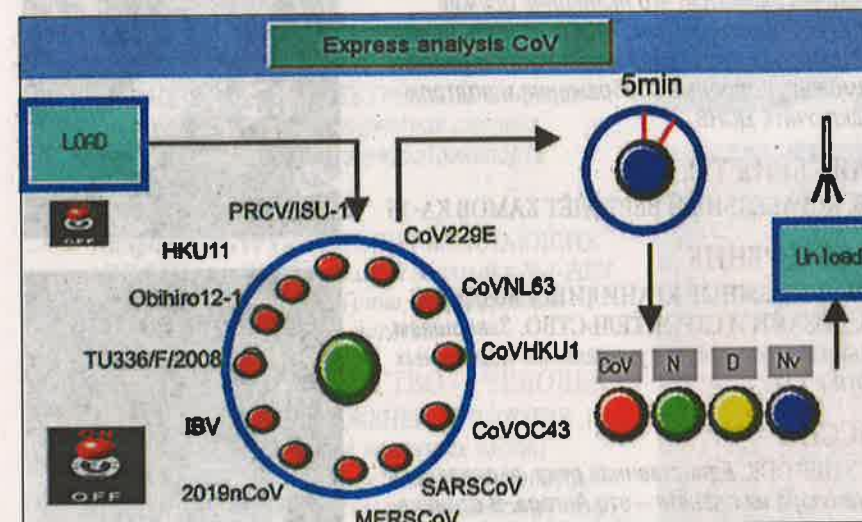
сами не только человека, но и животных. По словам исследователей, ранняя диагностика позволит сократить затраты на проведение ветеринарно-санитарных и лечебных мероприятий в сельском хозяйстве.

Проект анализатора учёные Пермского Политеха разработали на основе методики экспресс-анализа с использованием твёрдофазной иммунохроматографической среды. Они создали технологическую карту работы оборудования, функциональную схему и логические уравнения, с помощью которых прибор можно реализовать на базе промышленного контроллера Omron. Исследователи провели имитационное моделирование в программе CX-One Software, а сенсорный монитор для экспресс-анализа разработали с помощью модуля CX-Designer.

Прибор предполагает шесть модулей. На первом пользователь отправляет биоматериал для исследования в контейнер: это может быть любая биомасса человека или животного, например, слюна, кровь или моча. На следующем модуле человек выбирает вид коронавируса с помощью барабана — механизма с диагностическим материалом.

На третьем уровне специальный шуп забирает биомассу для анализа. Шуп представляет собой нитроцеллюлозную мембрану, которая содержит моноклональные антитела коронавируса. Далее необходимо подождать 5 минут. В течение этого времени образуется комплекс «антиген-антитело», который перемещается вдоль тестовой мембраны. Затем модуль диагностики предоставляет результат тестирования. На последнем этапе происходит автоматическая дезинфекция конвейера.

По словам учёных, аппарат можно будет использовать многократно, необходимо лишь заменять шупы. Исследователи провели симуляцию работы системы в программной среде. Результаты показали, что тест-системы и индикация сигналов работают верно. На данный момент проект ожидает финансирования для выпуска прототипа. ■



Структура диалогового окна системы диагностики экспресс-анализа

— Вирусы быстро адаптируются к условиям внешней среды, поэтому появляются их новые, более вирулентные штаммы. В условиях пандемии важно ускорить процесс выявления инфицированных людей, чтобы сократить распространение инфекции. Мы предложили автоматизировать этот процесс, чтобы человек оперативно узнавал об опасности и мог самоизолироваться, — рассказывает профессор кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского Политеха, доктор технических наук, доцент **Сергей Костарев**.

Учёные предложили проект устройства, которое сможет выявлять антигены к 12 типам коронавирусов, в том числе SARS-CoV-2, тяжёлому острому респираторному синдрому SARS-CoV и ближневосточному респираторному синдрому MERS-CoV. Кроме того, прибор позволит определить заражение коронавиру-

1 СЕНСАЦИИ НАШИХ ДНЕЙ

ДОМАШНИЙ ЭКСПРЕСС-ТЕСТ НА «КОРОНУ»! Пермские учёные первыми в мире разработали уникальный прибор, который за пять минут в домашних условиях сможет определить антигены коронавируса у человека и животных

4 ПАНОРАМА

Сергей ДАНИЛОВ. СИКВЕЛ ПРИКВЕЛА. Кто главный модельщик-конструктор, приладивший S-протеиновый шип ковида на химерную биобоеголовку с уханьского «мокрого рынка»? Где возмутители спокойствия, что, написав эпистолы, роют туннель пространства-времени, либо кротовую нору, чтобы укрыться от вселенской пандемии? В эти и подобные вопросы, поставленные ребром блогерами интернета, пытается внести ясность наш специалист по подкастам и сборор в ЕС Сергей Данилов

12 УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

ВЗДУЛСЯ, ГОТОВ ВЗОРВАТЬСЯ! Учёные из Санкт-Петербурга изобрели своего рода «химический предохранитель», спасающий литий-ионные аккумуляторы от самопроизвольного возгорания

14 ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Сергей КЕТОНОВ. КОМУ ОН НУЖЕН, ЭТОТ ДСНВ. По мнению американских экспертов, в США практически не осталось специалистов, способных производить ядерное оружие. Они уволились и если сейчас окажется, что нынешнее оружие ненадёжно, потребуется много времени, чтобы создать новое. Россия также сталкивается с проблемой надёжности и безопасности оружия. Возможно, подобные соображения и подтолкнули обе страны заключить ДСНВ...

18 ИСТОРИЧЕСКАЯ СЕРИЯ ТМ

Сергей ГЕОРГИЕВ. КОРАБЕЛЬНЫЙ ВЕРТОЛЁТ КАМОВ КА-15

20 ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Леонид КАУФМАН. ПОДЗЕМНЫЕ ХРАНИЛИЩА ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ: ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО. Завершаем рассказ о сооружении и обустройстве уникальных подземных хранилищ для нефти и газа

30 СДЕЛАНО В РОССИИ

МУСКУЛИСТЫЙ СУПЕРТЯЖ. Единственная река, вытекающая из самого большого озера на планете – это Ангара. В отличие от одной из главных рек Сибири одноимённый ракетно-космический комплекс включает в себя большое семейство ракет, лёгкого, среднего и тяжёлого классов, предназначенных для решения самых разных задач космической отрасли до 2032 года

**32 12.04.1961 г.
ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА НЕБЕСНОГО**

Сколько бы времени не минуло с того памятного дня, с того невообразимого гагаринского старта в космос на дребезжащей, мало приспособленной для полётов боевой ракете Р7, 12 апреля 1961 года навсегда останется тем Днём, когда мы подарили человечеству Окно в Будущее, распахнутое теперь навсегда!

34 СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Станислав НИКОЛАЕВ. ПО СЕКРЕТУ ВСЕМУ СВЕТУ. Публикуем главное из доклада Гагарина в магнитофонной записи, сделанного им Госкомиссии 13 апреля 1961 года и долгое время остававшегося засекреченным. Материал даём без купюр и редакторской правки, которой и без того хватало в недолгой, увы, жизни Космонавта номер Один



40 Татьяна КАЧУРА. КОСМИЧЕСКИЙ БЕСПИЛОТНИК СОВЕТСКОГО СОЮЗА. Свыше миллиона специалистов провели десятки тысяч всевозможных испытаний, чтобы в 1989 году стали возможны 205 минут двухвиткового орбитального полёта космического самолёта-челнока в беспилотном режиме

45 СМЕЛЫЕ ПРОЕКТЫ

РОССИЙСКО-КИТАЙСКИЙ ВЫЗОВ АЭРОДИНАМИКЕ. В ЦАГИ проходит аэродинамическая продувка модели широкофюзеляжного дальнемагистрального самолёта для России и Китая, рассчитанного на 250–300 пассажиров. Новая, серповидная законцовка крыла, не допускающая срывных явлений на больших скоростях полёта и станет новым словом в аэродинамике

46 НТТМ

Станислав ЗИГУНЕНКО. НАУКА ДВИНЕТ МОЛОДЕЖЬ. Молодые учёные, опираясь на поддержку грантов, двигают науку вперёд. В свою очередь, научные достижения молодых исследователей, становятся хорошей стартовой площадкой для их карьерного роста

52 СДЕЛАНО В РОССИИ

С ТРАМВАЯ – НА ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ, С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ – НА ЭЛЕКТРОБУСЫ! В Новосибирске испытывается бюджетная система городских зарядок для электротранспорта

54 КНИЖНАЯ ОРБИТА

Андрей ДМИТРУК. АЭРОЛИТ БЛИСТАЮЩИХ МИРОВ, часть 2-я. Завершаем начатый в №4-2021 рассказ об Александре Грине, посвящённый 140-летию знаменитого писателя

60 ВРЕМЯ – ПРОСТРАНСТВО – ЧЕЛОВЕК

Андрей ДМИТРУК. ИНЖЕНЕР, ХУДОЖНИК... КЕНТАВР! Как из облака незримых частиц человек исхитряется создать картину, рельеф, скульптуру? Как это потом воплощается в глину, дерево, металл? До сути недавно ещё фантастического искусства «докапывался», беседа с компьютерным дизайнером Сергеем Аникиным, наш спецкор в Украине



Техника – молодёжи
Научно-популярный журнал
Периодичность – 16 номеров в год
С июля 1933 года

Главный редактор
Александр Николаевич Первозчиков

Зам главного редактора
Валерий Поляков

Научный редактор
Михаил Бирюков
mihalblr@yandex.ru

Обозреватели
Сергей Александров, Юрий Егоров,
Юрий Ермаков, Татьяна Новгородская

Юмор
Анастасия Жукова

Корпункты
В Сибири: Игорь Крамаренко (г. Томск)

В Московской обл.: Наталия Таряева
(г. Дубна) nterlaeva@mail.ru

В Европе: Сергей Данилов (Франция)
sdanon@gmail.com

Дизайн и вёрстка
Артём Полещук

Обложка
Елена Морозова

Директор по развитию и рекламе
Анна Магомаева
gazvitle.tm@yandex.ru

Учредитель, издатель:
АО «КОРПОРАЦИЯ ВЕСТ»

Адрес издателя и редакции:
127055, Москва, ул. Лесная, д. 39, оф. 307
«Техника – молодёжи» tns_tm@mail.ru
тел.: +8 (965) 263-77-77

Сроки выхода:
в печать 22.03.2021;
в свет 19.04.2021

Отпечатано в типографии «Риммини»
г. Нижний Новгород, ул. Красновзвёздная, 7а
Заказ № 1648

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ НАШИХ ИЗДАНИЙ:

Каталог ПЧТА РОССИИ
НЕизвестная История – ПМ505

Оружие – П9196

Техника – молодёжи – П9147

ОБЪЕДИНЁННЫЙ КАТАЛОГ

Пресса России

НЕизвестная История – 79121

Оружие – 26109

Техника – молодёжи – 72098

Подписка в редакции на бумажные,
а также электронные версии ТМ,
Оружие, НЕизвестная История
см. на с. 53

Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС 77-42314 выдано
Роскомнадзором 11.10.2010.

Общедоступный выпуск для небогатых.

© «Техника – молодёжи» 6/2021 (1069)

ISSN 0320-331X

Тираж: 19 650 экз.

Цена свободная



«Пояснительные выражения объясняют тёмные мысли».

Козьма Прутков

Не успела высохнуть краска на страницах нашего журнала со статьёй о «тёте Хае из Уханя»¹, как Питер Бен Эмбарек, глава делегации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по расследованию происхождения вируса COVID-19, выступил на пресс-конференции в Ухане с кратким содержанием приквела — событий, приведших к нынешней пандемии, и сиквела — плана дальнейших действий: «Результаты позволяют предположить крайне малую вероятность того, что гипотеза лабораторного инцидента объясняет появление вируса в человеческой популяции и, следовательно, она не является гипотезой, которая подразумевает дальнейшее [её] исследование в нашей работе, поддержку нашей будущей работы в направлении понимания происхождения вируса». В переводе — так как в приквеле утечки из лаборатории вроде бы не было, то в сиквеле вы её не увидите



Сбор биоматериала у летучих мышей

Бен Эмбарек является специалистом по безопасности пищевых продуктов и получил свою учёную степень в Королевском ветеринарно-сельскохозяйственном университете Копенгагена (Дания). Последние 20 лет он работает в штаб-квартире ВОЗ в Женеве, то есть

наукой не занимается. Зато он занимается, вернее, занимался консультированием правительства КНР по вопросам безопасности пищи и здорового питания, «за что и получил звезду» (как писал про графа Орлова поэт Барков) — премию 2017 г. «за научный дух» от Китайского института пищевых наук и технологий. «При чём тут еда?» — спросит читатель. При том. Рассказывая про приквел, Эмбарек сообщил, что Ухань определённо не является резервуаром вируса, поскольку летучих мышей — по-прежнему основных подозреваемых — там



«Доктор» Питер Бен Эмбарек на пресс-конференции

нет. А вот на знаменитом местном рынке продавались замороженные продукты (в основном морского происхождения) вместе с мясом диких и сельскохозяйственных животных, как импортированных, так и китайских. Поэтому в сиквеле будет «продолжение [исследований] в этом направлении и рассмотрение цепочки поставок, а также животных, попавших на рынки в замороженном и другом переработанном виде или как полуфабрикаты». Так глава делегации плавно выкрутил на указанную в его дипломе стезю пищевых продуктов.

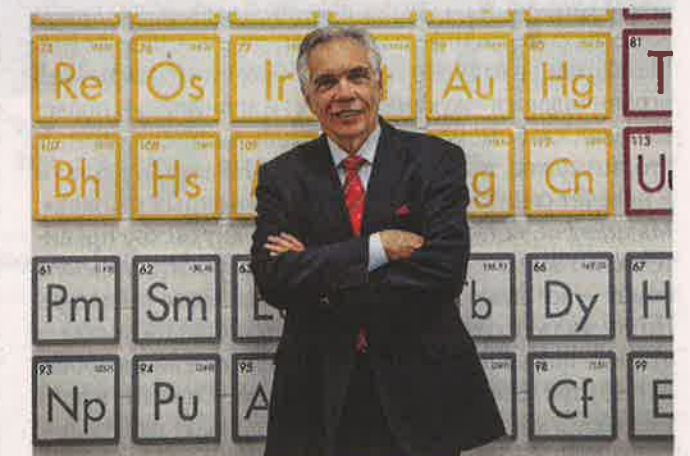
И правильно сделал. Потому что тех, кто ставит под сомнение как эти, так и предыдущие выводы «мировой научной общественности», обвиняют в некомпетентности, глядя на их дипломы и научные степени. Например, Ли Мерритт, активистку организации под названием «Врачи на передовой Америки», известную своими, скажем так, неортодоксальными взглядами на пандемию и средства борьбы с ней, СМИ атаковали за то, что она — хирург-ортопед с 20-летним стажем — позволила себе рассуждать о мРНК, мембранном белке ACE2, шиповом S-протеине и прочих аксессуарах коронавируса. Причём на передовой атаки на «Врачей на передовой» оказался некий «Доктор Джо» — Джо Шварц, химик по образованию, а по роду деятельности директор «Офиса по науке и обществу» универси-

тета Макгилла в Канаде, миссией которого является «отделение науки от нонсенса». Согласно сайту «Офиса», доктор Джо в последнее время сосредоточился «на попытках разгадать тайны COVID-19» — как и упомянутый выше «доктор» Эмбарек. (Доктор в кавычках — не ирония, а констатация того факта, что в англоязычных, и не только, странах «докторами» называют любых обладателей степени «доктора философии», то есть кандидата наук. Как пищевода Эмбарека, так и химика Шварца).



Представители «Врачей на передовой Америки»

Объёмный блог «Доктора Джо» наполнен интересными и познавательными заметками о химии вина, о составе дезинфицирующих средств, о метаболизме и полимеразной цепной реакции — обычных для химика предметах. И единственной свежей публикацией о коронавирусе — да и то не совсем о нём — является заметка под названием «Отступите от «Врачей на передовой»», посвящённая упомянутой выше Ли Мерритт. Ей влетело от «Доктора Джо» за отказ от вакцинации (из-за недостаточности, по её мнению, информации



«Доктор Джо» Шварц отделяет науку от нонсенса



мышленности. Его опыт разработки реальных систем защиты аккумуляторов очень пригодился в экспериментальной части работы над полимером. Ещё один аспирант кафедры — Анна Фёдорова, у которой также есть опыт работы в промышленности, занималась расчётом физико-химических свойств материала», — рассказывает Олег Левин.

Работа над созданием технологии заняла около двух лет. До этого на протяжении шести лет учёные проводили фундаментальные исследования физико-химических свойств различных полимерных материалов. В результате был обнаружен класс полимеров, сопротивление которых меняется в зависимости от напряжения. Именно на них и сосредоточились учёные.

«Самым сложным в разработке «химического предохранителя» стал поиск конкретного активного полимерного материала. Мы знали множество полимеров этого класса, но выбрать тот, который был бы пригоден не только в качестве идеи, но и при создании прототипа, оказалось не так легко, — отмечает Олег Левин. — Кроме этого нужно было отработать технологию — создать полупромышленный образец, чтобы показать, что наша защита эффективна. Это потребовало закупки большого количества нового оборудования для прототипирования и отработки методик работы с компонентами литий-ионных аккумуляторов».

Важной особенностью новой технологии защиты является простота её масштабируемости. Для примера — размеры традиционных внешних защитных схем зависят от мощности батареи. Соответственно, схема для тягового аккумулятора электромобиля будет не только

По словам руководителя группы учёных, профессора кафедры электрохимии СПбГУ Олега Левина, возгорание литий-ионных аккумуляторов — распространённая проблема, с которой сталкиваются владельцы самых разных устройств — от смартфонов до электромобилей. «За период с 2013 по 2018 год в одних только Соединённых Штатах Америки было зафиксировано 25 000 случаев возгорания батарей в различных устройствах. При этом ранее, с 1999 по 2013 год, было всего 1013 случаев. Таким образом, число пожаров возрастает вместе с количеством используемых аккумуляторов», — отмечает он.

Основными причинами возгорания батарей являются перезаряд, короткое замыкание, или другие нестандартные ситуации. В результате элемент питания начинает нагреваться и наступает так называемый тепловой разгон. Когда температура достигает 70–90 градусов, в аккумуляторе возникают нежелательные химические реакции, которые провоцируют дальнейший рост температуры, заканчивающийся в крайнем случае появлением пламени или взрывом. Для защиты аккумуляторов обычно используется внешнее устройство — электронная микросхема. Эта схема отслеживает все параметры аккумулятора или батареи и отключает её в случае критической ситуации. Однако в большинстве случаев возгорания произошли из-за того, что электр

ВЗДУЛСЯ,

Группа учёных Санкт-Петербургского государственного университета создала новую технологию защиты литий-ионных аккумуляторов от возгорания. Они предлагают использовать для покрытия токоотвода батарей «химический предохранитель» — специальный защитный слой из проводящего полимера. В случае внештатной ситуации он разрывает электрическую цепь, спасая устройство от возгорания. Результаты исследования, поддержанного грантом РФФИ, опубликованы в Journal of Power Sources

«Именно поэтому важно было придумать механизм защиты, который бы работал на химических принципах — чтобы в случае необходимости определённые химические процессы внутри аккумулятора блокировали протекание тока. Таким механизмом стал особый полимер, предложенный нами. Его электропроводность меняется в зависимости от напряжения в аккумуляторе. Если батарея



ГОТОВ ВЗОРВАТЬСЯ!

водит ток. Но если аккумулятор заряжается слишком сильно, полимер становится почти изолятором. Аналогичным образом он действует, если происходит короткое замыкание и напряжение в батарее падает ниже номинальных пределов», — объясняет Олег Левин.

По словам учёного, существуют полимеры, меняющие своё сопротивление при нагреве. Проблема этой технологии, которую пытались внедрить в том числе на петербургских предприятиях, заключается в том, что, если этот полимер срабатывает — значит, батарея уже начала нагреваться и в ней идут нежелательные процессы, которые не всегда можно остановить, просто разомкнув цепь. Именно поэтому такой способ защиты стали толчком к поиску полимера, который меняет своё сопротивление ещё до того, как батарея начала нагреваться.

«Мой соавтор исследования, аспирант кафедры электрохимии Евгений Белецкий в прошлом работал в про-

большой, но и дорогой. Масштабировать «химический предохранитель» гораздо проще — его слой наносится по всей поверхности внутреннего токоотвода.

«При создании литий-ионных аккумуляторов используются разные виды катодов — электрических проводников, к которым направлено движение электронов. У них разное рабочее напряжение, и, соответственно, в каждом случае защитный полимер должен вести себя по-разному. В настоящий момент мы подобрали полимер только к одному типу аккумуляторов — литий-железо-фосфатному. Если изменить структуру полимера, есть надежда, что мы сможем сдвинуть окно проводимости, чтобы он подходил и к другим типам катодов, которые существуют на рынке. Кроме того, есть идея сделать защиту более универсальной, добавив в полимер защиту, действующую при изменении температуры в аккумуляторе. Это позволит исключить все возможные причины возгорания», — говорит Олег Левин. ■



B61-12 подвешена на внутреннем подкрыльевом пилоне истребителя-бомбардировщика F-15E

26 января в ходе телефонной беседы президента США Джозефа Байдена и президента России Владимира Путина подтверждено обоюдное решение продлить ДСНВ, без всяких предварительных условий и претензий ещё на 5 лет с 5 февраля 2021 года до 5 февраля 2026 года. Впрочем, эта возможность была заложена в самом тексте договора. Напомню: договор ограничивает общее число стратегических носителей числом 800 развёрнутых и неразвёрнутых и 700 развёрнутых, а также число ядерных зарядов, размещённых на развёрнутых носителях — 1550 единиц. В статье речь пойдёт именно о ядерных зарядах, а не носителях и состоянии дел в этой сфере в двух странах

В плане NNSA на 2020 год указано в два раза больше проектов нового ядерного оружия, чем в предыдущем плане на 2019 год.

В одном из своих визитов в Москву, в 2001 году, да да были времена, когда высокопоставленные чиновники США были у нас частыми гостями, экс-глава Пентагона Дональд Рамсфельд дал интервью корреспонденту «Красной звезды», в нём он отметил, — «...Кроме того, могут возникнуть проблемы с надёжностью и безопасностью оружия. И США, и Россия столкнулись с этой проблемой. Я могу сказать, что в США в настоящее время практически не осталось людей, которые способны производить ядерное оружие. Они уволились, и если сейчас окажется, что наше оружие не надёжно, то потребуется много времени, пока мы сможем создать новое. Это реальная проблема.» Это заявление Рамсфельд сделал уже после того, как ушёл на пенсию «последний из могикан» — 77-летний руководитель Ливерморской национальной лаборатории Сеймур Сак —

талантливый физик, разработчик большинства состоящих ныне на вооружении в армии и на флоте США ядерных зарядов, участник 85 ядерных испытаний.

Помимо прочего, в сентябре 1991 года конгресс США нанес ощутимый удар по собственному ядерному ОПК, приняв закон, запрещающий разрабатывать и производить новые типы ядерных зарядов, а также проводить испытания ядерного оружия. Одновременно закрыты все прежние программы по разработке и производству новых боеприпасов. По сути, всё это время, 30 лет — почти вечность, американцы стояли на месте. Нельзя сказать, что они совсем уж ничего не делали.

В годы холодной войны разработкой ядерного оружия в США занимались две организации.

Лос-Аламосская национальная лаборатория (ЛАНЛ Los Alamos National Laboratory, LANL) — одна из шестнадцати национальных лабораторий Министерства энергетики США. ЛАНЛ с 1945 по 1991 год разработала 60 из 90 типов ЯЗУ экспериментальных и серий-



W-84 боеголовка ракеты BGM-109 G — для наземной версии «Томагавка» (слева), W-80 — для морской версии «Томагавка» UGM-109A (справа)

ных, состоявших на вооружении армии, ВВС и флота США. Последние 30 лет ЛАНЛ не занималась военной тематикой, а вела разработку дешёвых и экологически чистых биотоплив, а также занималась продвижением научных знаний о возобновляемых источниках энергии. Лаборатория прилагает активные усилия в гуманитарной сфере, проводя научные исследования в области медицины. В 2010 году лаборант Бетт Корбер и её команда протестировали три вакцины против вируса иммунодефицита человека.

Ливерморская национальная лаборатория им. Э. Лоуренса (Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL) — национальная лаборатория Министерства энергетики США в Ливерморе, штат Калифорния. Входит в структуру Калифорнийского университета. Основана в 1952 году по инициативе Эдварда Теллера и содействии Эрнеста Лоуренса для интенсификации работ по созданию термоядерной бомбы. Наряду с национальной лабораторией в Лос-Аламосе является одной из двух лабораторий в США, основополагающей задачей которых служила раз-



Боеголовка W-80

работка ядерного оружия. Сейчас ЛЛНЛ занимается исследованиями в области наук, не связанных с оборонной деятельностью, таких как энергетика, экология и биология (в том числе биоинженерия). На «военной тематике» осталась только Sandia National Laboratories, которая, как и две вышеперечисленные, является порождением Манхэттенского проекта, но если ЛАНЛ и ЛЛНЛ занимались непосредственно разработкой ЯЗУ, то СНЛ занималось адаптацией ядерных зарядов к носителям, разработкой корпусов боеголовок и авиабомб.

Первой американской авиабомбой, созданной после окончания «холодной войны», стала в 1997 году — B61-11 Bunker Buster. Работы по ней вела Sandia National Laboratories. Задачей СНЛ было на базе стандартной ядерной авиабомбы B61-7 сделать проникающий боеприпас, способный пробить 30 метров грунта средней плотности или двухметровое бетонное перекрытие и взорваться под землёй. Все работы проведены без участия генерального разработчика «физпакета» (ЯЗУ) W61-7 — ЛАНЛ. От директора ЛАНЛ Джона Брауна получили только следующее указание: «...делайте, что хотите, только «физпакет» не вскрывать и не разбирать». Всего изготовлено 48 корпусных комплектов новых боеприпасов для переоборудования бомб B61-7 в B61-11. 36 из них в настоящее время стоит на вооружении бомбардировщиков B-2.

В 2020 году принята на вооружение управляемая ядерная авиабомба B61-12. Sandia National Laboratories создавали «новую» бомбу по той же схеме: в новом корпусе старый «физпакет» W61-4 мощностью 45 кт. Всего таких устройств в 1960-е произведено 695 единиц, 200 из них в виде авиабомб B61-4 состоит на вооружении тактической авиации, остальные хранятся на складах министерства энергетики США. Всего до 2025 года намечено использовать до 500 ЯЗУ W61-4 для производства соответствующего количества бомб B61-12.



Станислав СЛАВИН

Недостаток информации, как известно, порождает мифы и легенды. Много их было и вокруг имени Юрия Алексеевича Гагарина, его первого в мире полёта, совершённого 60 лет назад, 12 апреля 1961 года. Тем более что его доклад, сделанный на следующий день Госкомиссии под магнитофонную запись, тут же постарались засекретить. Так что же в нём содержалось такого, что надо было скрыть от общественности?

«**П**оследняя предстартовая подготовка производилась утром, — излагал события Ю. А. Гагарин. — Она началась с проверки состояния моего здоровья и определения надёжности датчиков для записи физиологических функций, которые были наклеены накануне вечером. Затем производились запись физиологических функций на медицинской аппаратуре и медицинское обследование. Всё это прошло хорошо. По мнению врачей, которые осматривали и записывали данные организма, — состояние моё было хорошим. Сам я чувствовал себя хорошо, так как перед этим хорошо отдохнул и выспался»...

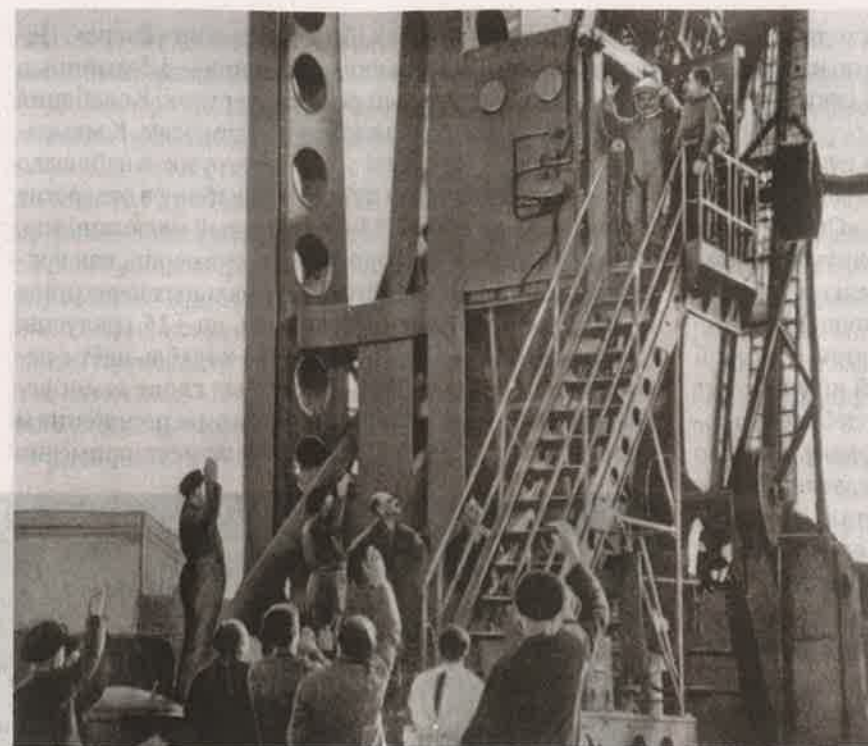
Далее он рассказывает, как на него надели скафандр, отвезли вместе с Г. С. Титовым на стартовую площадку. Затем посадили в кабину ракеты, закрыли люк и объявили стартовую готовность.

«Слышал, как его закрывают, как стучат ключами. Потом начинают люк вновь открывать. Смотрю, люк сняли. Понял, что-то не в порядке. Мне Сергей Павлович [Королёв] говорит: „Вы не волнуйтесь, один контакт почему-то не прижимается. Всё будет нормально“. Расчётом скоро были переставлены платы, на которых установлены концевые выключатели. Всё подправили и закрыли крышку люка».

«Началась продувка, — рассказал Гагарин. — Слышал, как работали клапаны. Затем был произведён запуск. Двигатели вышли на предварительную ступень. Появился лёгкий шум. На промежуточной ступени он усилился. Когда двигатели вышли на главную, основную ступень, шум усилился, но не был слишком резким, который заглушал или мешал бы работе. Шум приблизительно такой же, как в самолёте. Я готов был к гораздо большему звуку. Затем ракета плавно, мягко снялась со своего места. Я даже не заметил, когда она пошла. Потом чувствовал, как по конструкции ракеты пошла мелкая дрожь. Характер вибрации: частота большая, амплитуда небольшая.

Я приготовился к катапультированию (на тот случай, если старт получится неудачным, сработает система спасения. — *Ред.*). Сажу, наблюдаю процесс подъёма. Слышу, докладывает Сергей Павлович о том, что идёт 70 секунд. Тут плавно меняется характер вибрации: частота падает, а амплитуда растёт. Возникает как бы тряска. Потом постепенно эта тряска затихает, и к концу работы первой ступени вибрация становится такой же, как в начале её работы.

Перегрузка плавно растёт, но она вполне переносимая, как на обычных самолётах. Примерно 5 единиц.



Гагарин перед стартом

При этой перегрузке я вёл всё время репортаж и держал связь со стартом. Было несколько трудно разговаривать, так как стягивало все мышцы лица. Несколько поднапрягся. Дальше перегрузка стала расти, достигла своего пика и начала плавно уменьшаться. Затем почувствовал резкий спад перегрузки. Ощущение было таким, будто что-то отрывается от ракеты. Почувствовал что-то вроде хлопка. При этом резко упал шум. Будто возникло состояние невесомости, хотя в это время перегрузка примерно равна единице. Затем опять появляется и начинает расти перегрузка. Начинает прижимать к креслу, уровень шума значительно меньше.

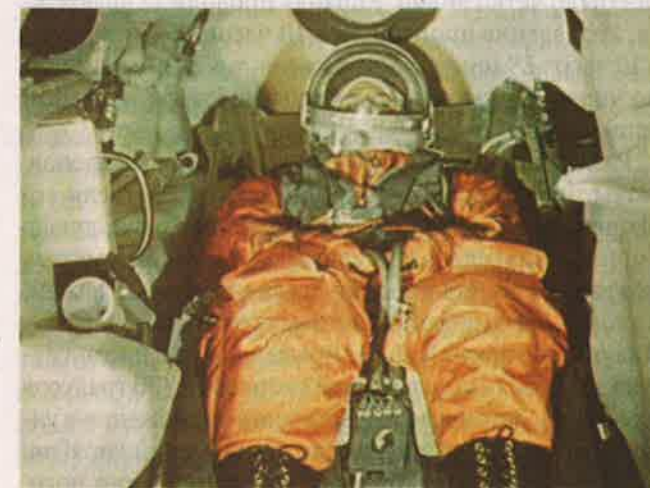
На 150-й секунде отделился головной обтекатель. Процесс очень яркий. Получился толчок, хлопок. Одна половина обтекателя как раз была против «Взора». У меня светофильтр «Взора» был закрыт, а шторка открыта. Обтекатель медленно пошёл вниз от «Взора», за ракету»...

Так Юрий Алексеевич впервые увидел со стороны нашу планету. Она ему понравилась. Однако не успел он привыкнуть к невесомости, как надо было уже готовиться к посадке. Включилась ТДУ — тормозная двигательная установка. Стали нарастать перегрузки. Одно время его прижало так, что он стал плохо видеть. Но это скоро прошло. Но тут обнаружилось, что при торможении улетел куда-то карандаш и стало нечем писать в боржурнале.

Потому кабину закрутило и пропала радиосвязь. «Я приготовился к спуску. Закрыл правый иллюминатор, — сообщил Гагарин в своём докладе. — Притянулся ремнями, закрыл гермошлем и переключил

освещение на рабочее. Затем в точно заданное время прошла третья команда. Как только погасло окошко при прохождении третьей команды, я стал наблюдать за давлением в ТДУ и в системе ориентации. Оно стало резко падать с 320 атм. Стрелка прибора чётко шла на уменьшение давления.

Я почувствовал, как заработала ТДУ. Через конструкцию ощущался небольшой зуд и шум. Я засёк время включения ТДУ. Перед этим секундомер поставил на нуль. ТДУ работала хорошо. Её включение произошло резко. Перегрузка выросла немного, и потом резко опять появилась невесомость. Стрелки в этот момент в системе автоматической ориентации и в баллоне ТДУ сразу прыгнули к нулю. Время работы ТДУ составило точно 40 секунд. В этот период произошло следующее. Как только выключилась ТДУ,



Гагарин в капсуле «Восток-1»: «Возникает такое ощущение, будто висишь в горизонтальном положении на ремнях, как бы находишься в подвешенном состоянии»

произошёл резкий толчок, и корабль начал вращаться вокруг своих осей с очень большой скоростью. Земля у меня проходила во «Взоре» сверху справа вниз и влево.

Скорость вращения была градусов около 30 в секунду, не меньше. Получился «кордебалет»: голова-ноги, голова-ноги с очень большой скоростью вращения. Всё кружилось. То вижу Африку (над Африкой это случилось), то горизонт, то небо. Только успевал закрываться от Солнца, чтобы свет не падал в глаза. Я поставил ноги к иллюминатору, но не закрывал шторки.



Макет «Бурана» с 1993 года использовали в качестве аттракциона

7. Выставка в ЦАГИ

На выставке «Буран» — крылатая легенда» в Демонстрационном центре ЦАГИ (июль 2020). Инициаторы мероприятия — Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н. Е. Жуковского и благотворительный Фонд «Легенды Aviации».



На выставке «Буран» — крылатая легенда» в Демонстрационном центре ЦАГИ

8. Реквием

Всего было построено пять лётных экземпляров корабля «Буран»:

Корабль 1.01 «Буран» — совершил единственный полёт. Хранился в монтажно-испытательном корпусе на Байконуре. В мае 2002 года уничтожен при обрушении крыши.

Корабль 1.02 — должен был совершить второй полёт и стыковаться с орбитальной станцией «Мир». Сейчас экспонат музея космодрома Байконур.

Корабль 2.01 — был готов на 30–50%. Находился на Тушинском машзаводе, потом — на причале Химкинского водохранилища. В 2011 году перевезён для реставрации в ЛИИ г. Жуковский.

Корабль 2.02 — был готов на 10–20%. Разобран на стапелях завода.

Корабль 2.03 — задел уничтожен и вывезен на свалку.

Судьба оказалась немилосердной не только к слетавшему «Бурану». Злой рок преследовал и пилотов, так и не отправившихся на нём в космос (атмосферные полёты на макетах корабля отрабатывались неоднократно). Первым руководителем элитного отряда лётчиков-испытателей, набранных в 1977 году для подготовки к полётам на «Буране», был назначен Игорь Волк. В отряд вошли Олег Кононенко, Анатолий Левченко, Римантас Станкявичюс, Александр Шукин, Николай Садовников, Виктор Букреев и Александр Лысенко. Фамилия ко-

мандира дала новому отряду неофициальное, но тут же подхваченное всеми название — «Волчья стая». Из этой восьмёрки в живых уже нет никого. Все, за исключением командира, погибли в авиакатастрофах или от их последствий, причём шесть человек — ещё до полёта «Бурана». Безвременно ушли из жизни и трое из семи лётчиков второго набора «бурановского» отряда. Сам Волк умер в 2017 году в возрасте 79 лет. ■

Российско-китайский вызов аэродинамике



В ЦАГИ прошли исследования модели нового российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолёта (ШФДМС) CR929

Ранее в аэродинамической трубе Т-128 (АДТ) ЦАГИ были проведены экспериментальные исследования тематической модели с двумя вариантами крыльев. Целью работ было определение крейсерских аэродинамических характеристик и влияния отклонения органов управления.

На данном этапе учёные исследовали базовую аэродинамическую модель ШФДМС (CR929) с серповидной законцовкой крыла.

«Принципиальным отличием крыла изучаемой модели является очень большое сужение, которое снижает вес конструкции. Его показатель является рекордным для отечественных гражданских авиалайнеров. Однако, в то же время, такое решение — это серьёзный вызов аэродинамикам, здесь важно не допустить появления срывных явлений на концах крыла, — как при малых, так и при больших скоростях полёта», — прокомментировал начальник отдела отделения аэродинамики самолётов и ракет ФГУП «ЦАГИ», руководитель проекта, кандидат технических наук Иван Чернышёв.

Эксперименты осуществлялись при скоростях до 0,96 Маха и числах Рейнольдса от 3,5 до 5 млн. Также специалисты института проводили визуализацию обтекания методом жидких кристаллов, а с помощью технологии видеограмметрии определяли деформации крыла под влиянием скоростного напора. Полученные результаты подтвердили высокое аэродинамическое



качество компоновки и проектную крейсерскую скорость полёта $M=0,85$.

Следующий этап экспериментов запланирован на 2021 год. Учёным института предстоит выяснить особенности обтекания модели с адаптивной задней кромкой крыла на крейсерских режимах полёта и исследовать характеристики модифицированных пилонов двигателей.

Широкофюзеляжный дальнемагистральный самолёт (ШФДМС) CR929 — проект перспективного совместного российско-китайского широкофюзеляжного самолёта, рассчитанного на 250–300 пассажиров. Разрабатывается российской «Объединённой авиастроительной корпорацией» и китайской СОМАС. Буква С обозначает China, а R — Russia. Заказчик работ — ПАО «Корпорация «Иркут». ■



Владимир Максименко

Премия президента России в области науки и инноваций для молодых учёных учреждена в 2008 году. Пять миллионов рублей в каждой номинации присуждается за значительный вклад в развитие отечественной науки, разработку образцов новой техники и технологий, обеспечивающих инновационное развитие экономики и социальной сферы, а также укрепление обороноспособности страны. В этом году 7 молодых учёных из разных регионов получили четыре престижные премии за инновационные разработки в различных научных отраслях

Уши на вырост

Кому, а главное зачем понадобилось выращивать на спине живой мыши миниатюрную копию... человеческого уха? Группе учёных из Китая, США, Бельгии захотелось эффектно доказать перспективность фотодинамической терапии меланомы с использованием витамина B2.

Столь необычный подход к медицинской диагностике заинтересовал и Евгения Хайдукова, завлаба из Центра «Кристаллография и фотоника» РАН, занимавшегося зондированием биологических процессов в клетках.

Российский учёный предложил и оригинальную модель работы мозга, которая подтвердилась в экспериментах. «Наши разработки основаны на эффекте преобразования в наночастицах фотонов с меньшей энергией в фотоны с большей энергией. Скажем, инфракрасный свет превращается в ультрафиолет, — говорит

Евгений Хайдуков. — Это открывает самые неожиданные возможности в различных сферах. Например, известно, что ультрафиолетовое излучение может инициировать в живом организме различные химические реакции, но его проникновение в биоткани ограничено. Теперь представьте, что в организм мыши мы вводим наночастицы и при облучении инфракрасным светом можем воздействовать на живые клетки ультрафиолетом, испускаемым наночастицами. В результате происходит фотосшивание полимеров. Таким образом можно проводить 3D-печать различных органов сквозь кожу»...

Кроме того, учёным разработан и апробирован новый класс нанометок, предназначенных для борьбы с производством разнообразной контрафактной продукции и защиты от подделок (нефть, денежные знаки и так далее). Метки, созданные на базе нанокристаллов, имеют специфичный спектральный «почерк», который невозможно подделать в силу заложенных физических принципов.

Основатели амилоидомики

Другая премия присуждена коллективу петербургских учёных за открытие в растениях амилоидных белков, которые отвечают за накопление питательных веществ внутри семян. Лауреатами стали старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследо-

Результаты, полученные авторами, также стали фундаментом новой научной дисциплины — амилоидомики. Открытие имеет принципиальное значение для биомедицины и сельского хозяйства, открывает перспективы для разработки более полезных продуктов питания и симбиотических растительно-микробных систем с заранее заданными свойствами.



Евгений Хайдуков

вательского института сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ, Санкт-Петербург) Кирилл Антоненц и ведущий научный сотрудник ВНИИСХМа Антон Нижников.

Кандидатам биологических наук удалось то, о чём мечтает каждый учёный. Они стали первооткрывателями, поскольку первыми в мире обнаружили в растениях специфические белки, которые называются амилоиды. Их раньше встречали у бактерий, архей, животных и грибов, но впервые нашли в растениях.

Зачем природа наделила растения таким механизмом? По словам Нижникова, причина, скорее всего, в удивительной устойчивости амилоидов, позволяющей семенам противостоять разным природным неприятностям — засухе, изменению температуры, сокращению питательных веществ и т.д. Словом, амилоиды помогают семенам пережить стрессы.

Специфические функциональные белки также обладают уникальной устойчивостью к действию пищеварительных ферментов и способны годами сохраняться во внешней среде. Отчасти это плохо, поскольку существует более 40 болезней человека, связанных с амилоидами, причём они с большим трудом поддаются лечению или являются вовсе неизлечимыми (диабет, рак, Альцгеймер и так далее). Однако теперь развитие этих болезней стало более понятным, что наверняка поможет медикам.

Опухоли строгого режима

Награда также присуждена коллективу новосибирских исследователей из Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск) за разработку нового подхода в лечении пациентов со злокачественными опухолями. Бригаду составляют три старших научных сотрудника ИЦиГ СО РАН — Евгения Долгова, Екатерина Поттер и Анастасия Проскурина. Лауреаты создали и апробировали две уникальные технологии лечения различных опухолей на ранее неизвестных принципах.

Первая технология представляет собой скоординированное с химиотерапией применение препарата

«Панаген» на основе фрагментированной двуцепочечной ДНК. Учёные успешно провели доклинические исследования, первую и вторую фазы клинических исследований «Панагена» при лечении рака молочной железы. Они доказали, что препарат не только снижает негативные последствия химиотерапии, но и способствует активации противоопухолевого иммунитета.

Вторая технология — «Каранахан», представляет собой уникальный метод подбора режима инъекций цитостатика, блокирующего деление клеток, и препарата на основе ДНК индивидуально для каждой опухоли. В результате совместного действия двух активных субстанций происходит уничтожение опухолевых клеток. Технология была успешно апробирована на экспериментальных опухолях мыши и человека. Она может быть как самостоятельным вариантом лечения, так и является своеобразной платформой для более эффективного использования любых противоопухолевых средств и технологий.

«Обычно наша иммунная система не распознаёт опухоль, поэтому она и размножается. После химиотерапии её обломки циркулируют в крови и попадают в кишечник. И туда же мы направляем и наш препарат, — рассказала Анастасия Проскурина. — Он активирует клетки иммунной системы, которые захватывают обломки опухоли и убивают их. Применение этой технологии при лечении рака третьей степени



К 140-летию
со дня рождения
Александра Грина

Андрей ДМИТРУК

АЭРОЛИТ БЛИСТАЮЩИХ МИРОВ

Продолжение. Начало см. в № 4 за 2021 г.

ЭТИ ЛЮДИ СПОСОБНЫ УКУСИТЬ КАМЕНЬ

Во времена не столь давние наши критики и литературоведы любили делить писателей первой половины двадцатого века на тех, кто «принял» Октябрьскую революцию, и тех, кто её «не принял». Первые — например, неоднократно упомянутый нами Горький — удостоивались беспорных похвал; о вторых, как о том же Куприне, если они были талантливы, вспоминали с сожалением: мол, несмотря на свой ум и одарённость, не сумели понять благую суть происходящего, чаще всего — бежали от революционных потрясений в эмиграцию...

Грин, как, скажем, и Михаил Булгаков, не принадлежит ни к тем, ни к другим. Необходимость и неизбежность крутых перемен в империи, где царизм дав-

но уже стал красочной ширмой, прикрывавшей реальную власть хищников, казнокрадов и спекулянтов, была ясна каждому мыслящему человеку. Но и автор «Мастера и Маргариты», и певец «Блистающего мира» представляли себе эти перемены более возвышенными, а может быть, и более упорядоченными, бескровными, «стерильными», нежели сделала революцию история. Быть может, им виделось скорее обновление нравственное, чем грандиозная социальная анастрофа*...

Не будем здесь доискиваться, почему так произошло. Важно другое: люди (да и власть) двадцатых —

* Анастрофа — термин, введённый в науку шведским химиком Херриком Балчевским: нечто, противоположное катастрофе, скачок от хаоса к порядку, быстрое соединение разрозненных элементов в единое целое. (Прим. автора).

тридцатых годов, строители новой жизни, порой просто не могли понять и принять художников, иначе видевших революцию. Великий исторический слом дал новую энергию и этим творцам, — но их произведения отражали гигантские перемены в непривычной, парадоксальной форме. Началось отчуждение «неправильных» авторов от писательской и издательской среды, своеобразный остракизм...

Отвлечённым, «парящим в облаках» романтиком бывший эсер Гриневский назван быть никак не может. Он давно представлял себе, к каким идеалам надо стремиться. Грин вполне, даже остро социален: но, отвергнув кровавую бессмыслицу террора и не придя в восторг от будней тяжкого постреволюционного строительства, он выбрал свою позицию по отношению к старому, проклятому им миру.

Ему представлялось добровольное объединение честных, чистых помыслами, сердечных людей против чёрствых корыстолюбцев. В этом

Грин почти следовал Льву Толстому: если плохие люди объединяются, то почему бы не сделать этого и хорошим?..

Заметим, что «Гринландия» — отнюдь не общественная утопия, не Город Солнца. Прежде всего, в ней есть война, столь же бесчеловечная и разрушительная, как и в Европе 1914–1918 годов. Война бросает свой хмурый ответ на многие вещи Грина, — но, вероятно, нигде отвращение к её поджигателям и сочувствие к страдающим народам не выражены так полно, как в фантастическом рассказе «Отравленный остров». Казалось бы, воплощена любимая тема писателя — райский тропический остров, далёкий от цивилизации, океанское «сердце пустыни»; колония из нескольких десятков счастливых, живущих просто и естественно... И вдруг случайно заплывший на остров Фарфонт, досужий болтун-моряк красочно описывает колонистам Великую Войну! Смакуя, сообщает,



Александр Грин с приручённым им ястребом Гулем



Дом-музей Грина в Феодосии

Андрей ДМИТРУК

Инженер, художник,... кентавр!

Как из облака незримых частиц человек способен создавать картины, рельефы, скульптуры?... Как потом всё это воплотить в твёрдый материал — глину, дерево, металл? В какой момент «виртуал» становится «реалом»?

До сути этого недавно ещё фантастического искусства XXI века «докапывался» наш спецкор Андрей Дмитрук



■ **Кто такой компьютерный дизайнер? Инженер, художник, «кентавр» того и другого — или что-то третье, появившееся лишь недавно?**

Мне думается, что компьютерный дизайнер — это естественный продолжатель многовекового пути художника-оформителя. Мои предшественники с незапамятных времён придавали эстетическое оформление самым разнообразным предметам — вещам, книгам, интерьерам, зданиям, паркам... Правда, компьютер изначально не задумывался, как средство художественного творчества. Но со временем пришло понимание того, что эта счётная машина, груда бездушного

металла и пластика — может стать кистью художника, резцом скульптора, чертёжной доской инженера! Считайте, что моё занятие сочетает все эти профессии. Да ещё и навыки оператора, режиссёра и монтажёра видео...

■ **В чём заключается трёхмерное моделирование?**

Трёхмерная модель, если не вдаваться в частности, — это полая внутри цифровая сетка, состоящая из вершин и рёбер, образующих отдельные полигоны. В данном случае, полигон (др.-греч. «многоугольник») — это не местность для каких-либо испытаний, а грань объёмной фигуры, плоскость, имеющая, как правило, три или четыре вершины. Совокупность полигонов и образует



Сергей Аникин родился в Казахстане, на целине, куда молодые родители Сергея поехали в связи с широко распространённым тогда в СССР молодёжным движением. Окончил среднюю школу в городе Сумы (Украина), затем учился в Хренивском лесхозтехникуме (Россия). Оттуда получил направление на Дальний Восток, где работал мастером лесного хозяйства. После развала страны вернулся на Украину; сменил множество профессий — и, наконец, в начале нового столетия «устаканился» графическим дизайнером. Живёт в Киеве. Будучи уже взрослым семейным человеком, изучил трёхмерное моделирование, языки программирования, в том числе и для станков ЧПУ, видеомонтаж — и другие, необходимые в работе дизайнера, направления деятельности.



Наездник

видимый образ трёхмерного объекта. Чем больше полигонов в модели, тем она «сглаженнее», ближе к натуре; чем меньше, тем модель, соответственно, грубее. Сложная фигура может состоять из множества крупных и мелких моделей. Существует много программ трёхмерного моделирования; все они, в основе своей, многофункциональны и способны довести модели любой сложности до конечного результата, — будь то прототип персонажа видеоигры или корпусного блока для строящегося дома.

Сам я в работе использую несколько программ. Они прогрессируют со временем, множат свои функции, обретают такие возможности, о которых ещё недавно нельзя было и мечтать. Можно сказать, что некоторые программы уже сейчас объединяют в себе все инструменты, необходимые для работы художника самого широкого профиля.

На основе трёхмерных моделей — я вырезаю на станках ЧПУ деревянные картины, создаю графические композиции. Планирую пойти и дальше: отливать скульптурные композиции. Уже знаю, как это делать...

Вот пример из последнего времени. Мною создан трёхмерный, так сказать, тестовый мир для заказчиков сложных, полных движения моделей. В этой мини-вселенной



Данко