

ОБЛАКО



Корпоративный журнал №2 (07) 2018



БИЛЕТ В БУДУЩЕЕ

СОДЕРЖАНИЕ



1 БИЛЕТ В БУДУЩЕЕ

2 НОВОСТИ-2030

Какими будут новости МАИ через 12 лет?

6 ФОРСАЙТ-2035: ЦЕЛИ, СРЕДСТВА, РЕЗУЛЬТАТЫ

Эксперты о будущем авиации и космонавтики

14 ИНИЦИАТИВА ПООЩРЯЕМА

Маевские истории успеха

22 МИРОВОЙ ИНЖЕНЕР

Международные программы МАИ



26 Я – ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК

Глава холдинга «Металлоинвест» Андрей Варичев – о времени и о себе

30 ВОДОРОДНЫЕ ИГРЫ

Жителей японских городов возят водоробусы

34 БЭС ПОПУТАЛ

В МАИ создаются электрические машины нового поколения

40 ЛУЧ, ВАКУУМ, «ЛЕБЕДЬ»

Маевец участвует в восстановлении уникальной технологии

44 МАИ: МУЗЫКАЛЬНЫЙ, АКТИВНЫЙ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ

Университет рождает таланты



РЕДКОЛЛЕГИЯ «ОБЛАКА»:

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)

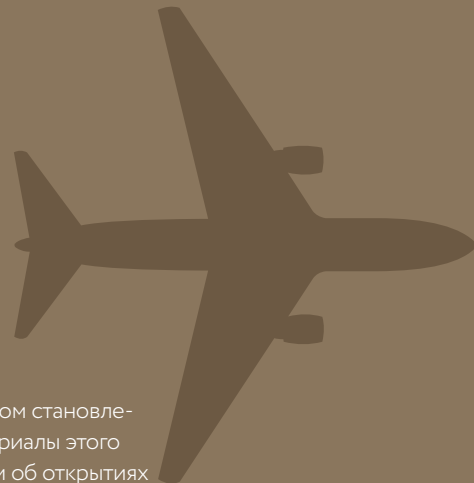
Александр Шемяков, Витта Владимировна, Татьяна Романова, Марк Полов

Отдел по связям с общественностью МАИ: Ирина Сторожева, Надежда Лунева, Ольга Егорова, Дарья Стрункина

Фото: пресс-служба МАИ, пресс-служба ОАК, пресс-служба ПАО «Туполев», пресс-служба ЦНИИмаш, архивные съемки

нюдуpeople

111116, ул. Энергетическая, дом 16, корпус 2, этаж 1, пом. 67, комн. 1
Телефон: +7 (495) 988-18-06, vashagazeta.com, e-mail: ask@vashagazeta.com
Генеральный директор: Владимир Змеющенко, Шеф-редактор: Евгений Пересыпкин, Ответственный редактор: Вилорика Иванова, Редактор проекта: Ксения Пискарева, Дизайнер: Юлия Голубкова, Билд-редактор: Евгений Краснов, Цветокорректоры: Александр Киселев, Максим Макаров, Директор по производству: Олег Мерочкин.
Фото: Алексей Антонов, Сергей Авдудевский, Getty, East news, Shutterstock



БИЛЕТ В БУДУЩЕЕ

Дорогие друзья!

Д

ето для любого университета – время особое, время перемен. Университет

покидают успешно завершившие обучение студенты, для которых МАИ стал первой значимой вехой в построении профессиональной траектории. Летом к нам приходят наши будущие первокурсники. Студенческий билет МАИ был, есть и будет отличным билетом в будущее для всех, кто готов учиться и работать над своим образованием по-настоящему, участвовать в маевских проектах, инициативах и начинаниях.

Это на протяжении всей истории МАИ подтверждается успехами наших студентов и выпускников, научных, педагогических, творческих, спортивных коллективов нашего университета.

В этом номере «Облака» мы рассказываем про людей, для которых МАИ стал стартовой площадкой

в их профессиональном становлении и развитии. Материалы этого номера расскажут вам об открытиях наших исследователей, о проектах, которые уже реализуются с участием МАИ в высокотехнологичной промышленности.

Студенческая скамья и преподавательская кафедра далеко не единственные места для получения современного образования. В этом номере собрано несколько коротких рассказов о творческих и инициативных студентах и педагогах нашего университета.

Выпускники МАИ востребованы не только в высокотехнологичных отраслях экономики. Лидерские качества, креативность, дизайн-мышление, цифровая культура, прививаемые в МАИ, помогают выпускникам раскрыть свой потенциал в самых разнообразных сферах деятельности – от управления крупными высокотехнологичными проектами до музыкального и художественного творчества.

Наш выпускник Андрей Варичев возглавляет крупнейший металлургический холдинг «Металлоинвест». Арсен Бадерхан руководит настоящим симфоническим оркестром, который он создал в МАИ, еще будучи студентом.

МАИ динамично развивается и уверенно смотрит в будущее, облик и качество которого будут определять сегодняшние первокурсники. Поэтому открывают номер новости МАИ из 2030 года.

Пусть маевский «Билет в будущее» поможет вам сделать правильный выбор и станет началом большого интересного пути!

Михаил Погосян,
ректор МАИ



IT-университет при МАИ разработал нейросеть для коммуникации интеллектуальных аватаров

Весной 2030 года IT-университет при МАИ запатентовал нейросеть для обучения искусственного интеллекта, основанного на мультиагентных решениях. Маевская разработка предназначена в первую очередь для повышения эффективности и обеспечения дополнительных экономических преимуществ в работе терминалов по регулированию и обслуживанию беспилотной техники.

Система Artificial Intelligence позволяет оценить не только технологические аспекты эксплуатации, но и способна оперативно принимать решения по экономической составляющей процесса: бронирование полета, резервирование и доставка бортов к терминалу, плановое и экстренное обслуживание техники. Основанная на мультиагентных решениях система позволяет беспилотнику самостоятельно планировать и оптимизировать график сервисных работ.

Столь значимая вариативность системы возможна благодаря тому, что мультиагентные

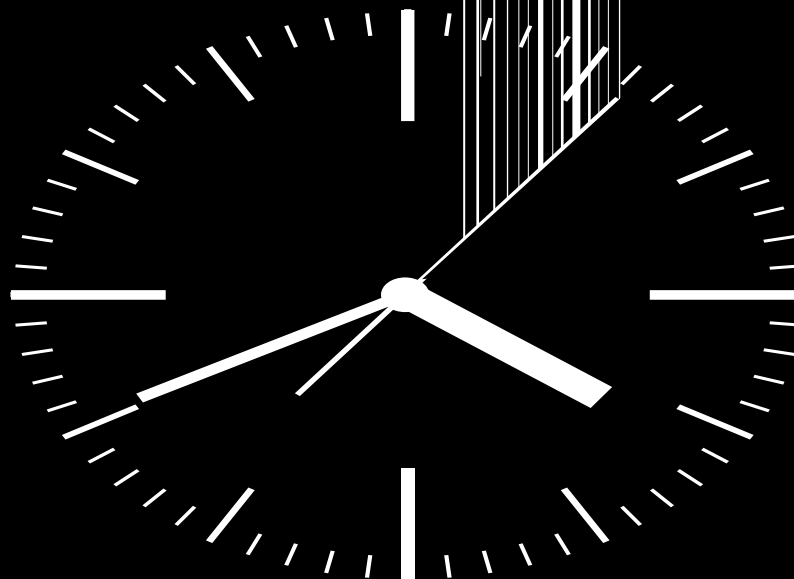
решения могут быть использованы в заведомо неизвестной среде исполнения. Созданный в МАИ программный продукт сначала генерирует и оценивает среду исполнения итоговой задачи, после чего запускает и выполняет ее. Мультиагентная технология позволяет каждому физическому объекту создать собственный интеллектуальный аватар, который будет коммуницировать с интеллектуальными аватарами других объектов.

Благодаря Artificial Intelligence система «Самолет-робот» становится мультиагентной платформой, внутри которой объекты самостоятельно взаимодействуют по всем вопросам. IT-университет МАИ основан на базе IT-центра, созданного в университете в 2017 году. Инновационные подходы при подготовке IT-специалистов позволили маевскому проекту стать лидером по разработке и реализации образовательных продуктов в сфере информационных технологий.

МАИ-ШУЦТ: подготовка к колонизации Марса

За почти двадцатилетнюю историю сотрудничества МАИ и Шанхайский университет Цзяо Тун обеспечили полный цикл образовательного процесса в авиационной и аэрокосмической отрасли – от совместных практикумов для младших школьников и до программ дополнительного профессионального образования, востребованных ведущими мировыми аэрокосмическими корпорациями. В декабре 2029 года специалисты, прошедшие обучение в Совместном университете МАИ-ШУЦТ, основали Центральную аэрокосмическую школу подготовки сотрудников на российско-китайский проект по колонизации Марса. Уникальный опыт реализации образовательных проектов (первым из них стала работа над российско-китайским широкофюзеляжным дальнемагистральным самолетом) позволит маевцам выполнить данную задачу с применением наиболее современных и эффективных образовательных технологий.

Обучение будет вестись в виртуальной адаптирующейся среде, что обеспечивает возможность решать практические кейсы и подстраивать образовательный процесс под действия обучающихся.



Личное аэротакси: маевская разработка пошла в серийное производство

Чуть менее 15 лет назад, в 2017 году, в МАИ была основана Школа дронов, в которой за эти годы было реализовано множество инновационных и перспективных разработок в области дистанционно пилотируемых летательных аппаратов. Самым массовым и доступным продуктом из них стало персональное автоматизированное такси (ПАТ). Запущенный в этом году в серийное производство аппарат может транспортировать до четырех человек с багажом. Максимальное расстояние полета – 500 км, которые ПАТ преодолевает менее чем за два часа.

Производство разработанных в МАИ ПАТ полностью налажено в России, включая уникальную силовую установку, использующую чистую возобновляемую энергию, получаемую посредством холодного ядерного синтеза. Данная технология была открыта российскими учеными в 2021 году. Интеллектуальная бортовая система ПАТ вместе с региональными центрами управления полетом и диспетчерской службой позволяют безопасно обрабатывать тысячи заказов в крупных городах РФ без риска воздушных происшествий.

500

км ПАТ
преодолеет менее
чем за два часа





Успешная сотня: в Школе управления МАИ отметили юбилейный выпуск

Сотый выпуск из Школы управления состоялся в Московском авиационном институте. Юбилейной стала программа, которую разработали и провели специально для сотрудников Massachusetts Institute of Technology.

За годы успешного сотрудничества с ведущими российскими и мировыми корпорациями и университетами в Школе управления МАИ создано более 20 программ подготовки управленческих и инженерных кадров нового поколения. Отвечая на запросы рынка, в Школе управления МАИ реализовали уникальную систему по управлению знаниями. Эффективная система коммуникации экспертов из различных отраслей позволила Школе управления МАИ стать центром, который объединяет лучшие мировые практики.

На праздничные мероприятия, посвященные юбилейному выпуску, в МАИ собрались более 1000 успешных выпускников Школы управления.

Гарантии безопасности: аддитивная система ремонта летательных аппаратов непосредственно в воздухе

Весной 2030 года маевские инженеры провели успешные испытания новой аддитивной системы по производству и ремонту летательных аппаратов. В отличие от традиционных на сегодняшний день систем по аддитивному производству, которые располагаются в каждом аэропорту мира, разработка специалистов из МАИ позволяет производить доработку или замену элементов летательного аппарата непосредственно в воздухе. Изначально разработка рассчитана на применение в транспортной авиации и на воздушных судах специального назначения, но может быть установлена и на гражданские самолеты.

Уникальная система, созданная в МАИ, включает в себя «рой» роботизированных наноустройств –

мобильных 3D-принтеров и программное обеспечение на базе искусственного интеллекта, которое позволяет реализовывать столь нетривиальную задачу. Интеллектуальная система в процессе эксплуатации воздушного судна накапливает информацию от датчиков, интегрированных во все элементы конструкции летательного аппарата, и на основании получаемых данных и непрерывного анализа автоматически формируется электронная модель и управляющая программа для производства и починки необходимых элементов прямо в процессе полета.

Использование маевской разработки позволит существенно повысить безопасность полетов за счет возможности проводить ремонт ЛА

максимально оперативно и полностью исключит их простой – самый неэффективный этап в эксплуатации – по этой причине. Уровень технологий, заложенный в маевскую разработку, также позволяет улучшить коэффициент использования материала (buy-to-fly ratio).

Сегодня эксперты МАИ переходят к этапу автоматического формирования состава металлопорошковых композиций для программирования свойств изделий и получения характеристик, недостижимых другими технологиями. Новые алгоритмы формирования паттернов послойного представления на наноуровне дают возможность прогнозировать и получать уникальную структуру изделий.



Форсайт-2035: ЦЕЛИ, СРЕДСТВА, РЕЗУЛЬТАТЫ

Юрий Журавин

Ближайшие планы уже очевидны, включены в госпрограммы, подчинены жестким графикам. Разговор о далекой перспективе сродни написанию фантастического рассказа. Реальность же среднесрочного прогноза зависит от компетентности и ответственности того, кто его делает. Мы попросили хорошо известных в своих областях специалистов сделать среднесрочные прогнозы на период до 2035 года. Нас интересовали цели, к которым стоит стремиться, а также ресурсы и технологии, которые потребуются для их достижения. И что произойдет, если планы будут реализованы.



ЗЕМЛЯ, ЛУНА, МАРС

Федор Юрчихин, выпускник МАИ, летчик-космонавт РФ, Герой России, совершил 5 космических полетов общей продолжительностью 673 дня, выполнил 9 выходов в открытый космос:

В последнее время в России хватало различных проектов и планов в космонавтике. При каждом новом руководстве российской космической отрасли, регулярно меняющемся, формировалась очередная программа. И сегодня в очередной раз она будет пересматриваться. Поэтому я расскажу о том, что бы мне хотелось видеть к 30-м годам этого столетия исходя из существующих реалий и экономики.

Первое. Хорошо бы, чтобы в нашей национальной космической программе была околоземная высокоширотная орбитальная станция, автоматическая, перио-


дически посещаемая, с целевыми заменяемыми модулями. Наклонение орбиты – не менее 63°. Это позволит нам привлекать и космодром Плесецк. С орбиты МКС (наклонение 51,6°) мы наблюдаем лишь 7% территории нашей страны. Может, чуть больше. Высокоширотная станция позволила бы продолжить использование околоземной орбиты в национальных интересах, покрывая несоизмеримо большую территорию нашей страны, в том числе наш Север. Ведь задачи, которые сегодня решаются на околоземной орбите, никто не отменял. И многие из них еще не решены. Это и космическое материаловедение, производство лекарственных препаратов, отработка способов выращивания растений и животных для будущих длительных экспедиций за пределы околоземной орбиты. На ней можно отработать



Федор Юрчихин, летчик-космонавт РФ. Фото: NASA

вопросы передачи энергии из космоса на Землю. Это позволило бы вынести электростанции за пределы атмосферы. Проблемы экологии! Эти и многие другие задачи предстоит отработать на околоземной орбите.

Вторым важным направлением я считаю исследование и освоение поверхности Луны. Я надеюсь, что молодое поколение, которому к 2030-м годам будет 30–40 лет, то есть самый творческий расцвет для человека, будет работать над российской лунной программой. Вполне возможно, что в 2020-х годах наконец-то к Луне будут запущены российские автома-

A full-page background image showing an astronaut in a white spacesuit sitting on the dark, cratered surface of the moon. The astronaut's helmet is reflective, showing a bright orange and yellow light. The background is a vast, dark space filled with numerous small white stars and a faint, hazy blue nebula or cloud of gas and dust. The overall mood is contemplative and futuristic.

*Многие задачи
на околоземной
орбите еще
не решены*



Космонавтика – инструмент для развития человека

тические станции. А в начале 2030-х начнутся, надеюсь, полеты к Луне российских космонавтов. Луна должна стать полигоном для отработки технологий для более дальних полетов, например к Марсу. На поверхности Луны можно отработать технологии посадки на Марс, построения жилых модулей.

Третье основное направление, которое мне хотелось бы видеть в начале 2030-х, – это первые шаги российской национальной программы по подготовке к высадке человека на Марс. К тому моменту это будут только автоматические аппараты, обеспечивающие связь, навигацию, метеорологию. Нам надо будет отработать на Марсе роботизированные системы. Например, автоматические бульдозеры, которые расчищают площадку для посадки тяжелых модулей, а также обеспечат дальние приводы при посадке последующих кораблей. Автоматизированные фабрики добычи и хранения кислорода, азота, воды.

Для полета к Марсу потребуются новые технологии. Я считаю, полет туда и обратно должен длиться не более 6 месяцев. Сейчас, с учетом времени ожидания оптимального расположения планет для наименее энергетически затратных траекторий, такая экспедиция продлится 2 года. А это потребовало бы везти с собой все ресурсы на эти 2 года.

И наконец астероиды, Юпитер, Сатурн... Дальний космос, где мы еще никогда не были.



Фото: Роскосмос

553
дня в космосе
провел
Юрий Усачев

Юрий Усачев, летчик-космонавт РФ

КОСМОС КАК СРЕДСТВО, А НЕ ЦЕЛЬ
Юрий Усачев, выпускник МАИ, летчик-космонавт РФ, Герой России, совершил 4 космических полета общей продолжительностью 553 дня, выполнил 7 выходов в открытый космос:

Те планы, которые сейчас только разрабатываются, формируются людьми очень прагматичными

и консервативными. Мне кажется, что они слишком узко смотрят на перспективы космонавтики. Если вспомнить начало космической эры, то тогда проекты реализовывались в невероятные по нынешним временам сроки. В 1945 году завершилась Великая Отечественная война, страна лежала в руинах. А всего через 12 лет страна была восстановлена,

разработаны новые технологии, что дало возможность запустить первый спутник. Через три с половиной года после него в космос полетел первый человек.

Сегодня же скорость разработки новых космических аппаратов очень медленная. Неспешное планирование программ, их приземленность тормозят само мышление людей, занятых в отрасли. При разработке новых программ, не хватает полета мысли, хорошей мечты. Оглянитесь на 15 лет назад. Что мы такого сделали за этот срок? Мы построили МКС. Это, конечно, хороший технический опыт, опыт сотрудничества.

Но сегодня повторяются одни и те же полеты с практически аналогичными задачами. Очевидно, это кризис. И весь мир в области космонавтики в кризисе. Мы не знаем, куда дальше двигаться. Если мы сейчас не изменимся, не поменяем свои взгляды, то через 15 лет мы окажемся в еще худшем положении, чем сейчас. Если мы не начнем меняться, то будем только деградировать. Это, скорее, проблема философско-мировоззренческая. Ведь мы можем свершить существенно большее.

Я надеюсь, что реальность через 15–20 лет будет другой, более оптимистичной. Для этого прежде всего нам нужно определить достойную цель. Как только мы поставим ее для себя, осознаем задачи, появятся и ресурсы, и технологии. Судя по тому, что сейчас говорится на высшем уровне, уже есть новые технологии, которые позволили бы кардинально поменять космонавтику, обеспечив ее развитие. Поэтому, где мы будем через 20 лет технически, понятно. Я думаю, те технологии, о которых рассказывал Президент России Федеральному Собранию, начнут активно использоваться в космонавтике. Они дадут совершенно другой уровень

энергетики. Это будет уже ядерная энергетика. Она позволит перейти на новые принципы полета в космосе, например на более мощные электро-реактивные двигатели.

Но я уверен, что космонавтика – это только инструмент для чего-то более глобального. Это инструмент для развития самого человека. Главное – дать раскрыться, реализоваться человеку. Тогда появится и новая парадигма для всего мира. Тогда мы поймем, куда дальше двигаться в космосе. Я думаю, Солнечная система – это пройденный этап. Шагнуть вновь на Луну, высадиться на Марс – это уже не тот масштаб для человечества. Человек по своей природе существенно масштабнее. Ему нужны совсем другие расстояния и скорости.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ МОЗГ НЕЗАМЕНИМ

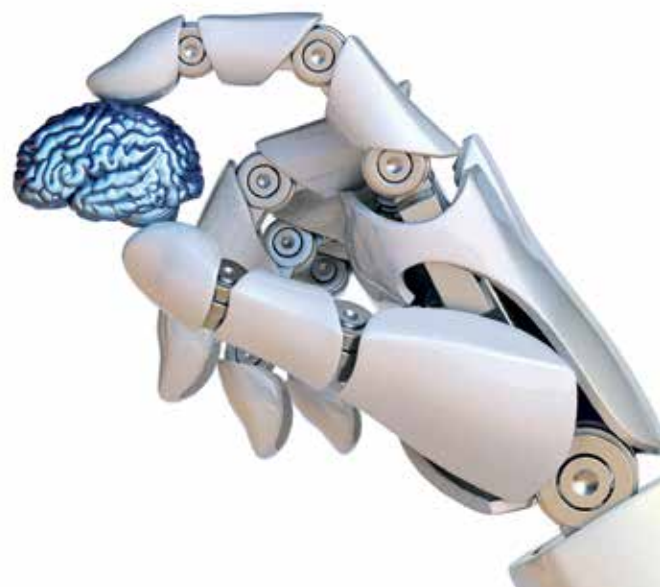
Сергей Желтов, генеральный директор ГосНИИАС, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ:

Принципиальный вопрос уже не очень далекой перспективы, например, в гражданской авиации: будет или нет обычный самолет беспилотным? Этот вопрос имеет несколько аспектов: если мы говорим о возможности пилотирования без участия человека, то он уже, по сути, беспилотный. Летчик сейчас нужен только для принятия решений в экстренных ситуациях, и со временем его участие в пилотировании будет все меньше и меньше. Управление самолетом будут брать на себя автоматика и технологии искусственного интеллекта. С другой стороны, удалить совсем летчика из самолета будет неправильно: человеческие мозги незаменимы.



Сергей Желтов, генеральный директор ГосНИИАС.
Фото: ГосНИИАС

Еще одна проблема, которую предстоит решить, – постоянный рост потока информации от сенсоров и датчиков, который необходимо обрабатывать на борту. Программное обеспечение должно становиться все более интеллектуальным, подразумевая увеличение числа и сложности функций, выполняемых вычислительными системами самолета. Именно интеллектуализация будет главным вектором развития авиационных систем в обозримом будущем. Она станет проявляться в десятках конкретных функций: навигации,





управлении оборудованием, обходе неблагоприятных для полета зон и многих других.

Важным направлением становится повышение ситуационной осведомленности. Летчику необходимо создать максимально наглядный образ положения самолета относительно всего, чего можно: земной поверхности, облаков, неблагоприятных зон, других самолетов и летательных аппаратов. Особенно это важно ночью, в облаках, при тумане или при других плохих условиях видимости. Если нет данных от датчиков, то можно извлечь из компьютера матрицу высот, картографическую информацию и очень наглядно изобразить положение самолета относительно поверхности, визуализировать потенциальные опасности. Такой способ позиционирования называется синтезированным зрением. Необходимы сортировка данных, определение степени их важности для вывода на экран. Если все данные предоставить

летчику, то он просто в них запутается. Требуется решить задачу оптимизации их вывода: показывать немного, но самое важное и разработать гибкий, удобный человеко-машинный интерфейс.

В качестве следующего направления развития бортовых систем можно выделить оценку состояния готовности техники – обеспечение ее самодиагностики и точности представления состояния работоспособности для выполнения поставленной задачи. В идеале самолет в ближайшем будущем должен стать как человек, который встает утром и оценивает свое состояние. Также и самолет должен самодиагностироваться перед каждым полетом. Для этого предстоит повысить число датчиков, которые диагностируют двигатели, авионику, шасси, элементы фюзеляжа и крыльев. Нужны датчики, которые контролируют самочувствие пилотов; их психофизическое состояние.

Интеллектуализация – главный вектор развития авиационных систем в обозримом будущем

Ведь большинство авиационных катастроф происходит сегодня все-таки из-за человеческого фактора.

Помимо роста интеллектуализации бортовых функций, существенно меняются условия пилотирования: растет интенсивность полетов, посадки и взлеты выполняются с промежутками в несколько десятков секунд, образуются авиационные пробки. Это ведет к новому уровню взаимодействия с системой управления воздушным движением. Современный самолет начинает восприниматься как элемент виртуальной компьютерной сети. На первый план выходит задача организации сетевых структур типа «борт-борт», то есть налаживание авиационного Интернета. Сейчас пилот взаимодействует только с диспетчером по гологовому каналу связи, которому должен полностью довериться, а небо наполняется все больше и больше. Появляется огромное число беспилотников, и возникает необходимость организовать взаимодействие всех находящихся в воздухе аппаратов между собой, то есть создать новые каналы связи и автоматизированную систему управления воздушным движением. Необходимо решать задачи моделирования и оптимизации транспортных потоков, которые потребуют своего разрешения в ближайшие годы.



**«БЕСПИЛОТЬЕ»:
ГРУЗОВИКИ, ТАКСИ
И «ТОЧНЫЕ ЗЕМЛЕДЕЛЬЦЫ»**
Сергей Жуков, президент Ассоциации эксплуатантов и разработчиков беспилотных авиационных систем «Аэронет»:

Если говорить о сегодняшнем дне гражданских беспилотников в России, то их применение сосредоточено главным образом в сфере дистанционного зондирования Земли и мониторинга – на них приходится 75–80% рынка (это 7,5–8 млрд руб.). Оставшиеся 20–25% относятся к услугам по разработке, производству и продаже беспилотных аппаратов, их комплектующих и программного обеспечения. В России еще небольшая доля приходится на сельское хозяйство. В мире же сегмент сельского хозяйства занимает около 15% от общего объема рынка гражданских беспилотных авиационных систем, продуктов и услуг на их основе.

Если посмотреть на перспективу 10–20 лет, то, скорее всего, примерно половину рынка будут составлять грузоперевозки. Они резко вырастут в численном отношении. Причем это будут грузоперевозки в разных сегментах, начиная от экспресс-доставки посылок массой 0,3–10 кг и до доставок многотонных грузов, которые потребуют создания семейства специализированных грузовых беспилотных авиационных систем. По всей видимости, изменится само лицо этих грузоперевозок, возникнут дальнемагистральные маршруты между хабами с соответствующими тяжелыми воздушными судами, внутри будут региональные хабы и какая-то сетевая доставка до «последней мили».

Полагаю, в эти же сроки весьма существенно разовьются пассажирские перевозки с использованием беспилотных средств. Это будут разного плана такси, а также персональный транспорт с гораздо более простой системой управления, не требующей получения пилотских лицензий. Для посадок-взлетов могут быть использованы крыши зданий. Сами эти системы должны быть со сверхкоротким или вертикальным взлетом и посадкой.

Возможно, появится модульность конструкций, благодаря чему станут возникать мультисистемные транспортные средства: автомобиль, например, может подняться в воздух, полетать, затем сложить крылья, поместиться на железнодорожную платформу или платформу метро и переехать скоростным путем куда-то. Трендами будут, видимо, персонализированное произ-

☛ Сергей Жуков, президент Ассоциации «Аэронет».



*«Беспилотье»
станет новой
отраслью на
стыке авиа-
ции, ИТ, робо-
тотехники*

водство, бутиковое производство. Благодаря использованию модулей, сквозных технологий, топологической оптимизации можно будет создавать огромное разнообразие летательных средств, которые нужны конкретным покупателям.

Дистанционное зондирование Земли и мониторинг, по всей видимости, будут дальше узко специализироваться. Уже сейчас ряд российских компаний специализируется в сегментестроек и маркшейдерии, открытых горных разработок, мониторинга протяженных объектов. Некоторые занимаются картографией.

Использование беспилотников в сельском хозяйстве – это прежде всего точное земледелие. Можно будет увидеть, как у тебя всходят растения, или определить, где появились вредители. Такую информацию, привязанную к точным координатам, нужно будет оперативно загрузить в навесное оборудование летающего опылителя или трактора, чтобы быстро отреагировать на эту угрозу.

Тем самым «беспилотье» станет уже не чисто авиацией. Это будет новая отрасль, «замешанная» на стыке авиации, космических технологий, информационных технологий, робототехники.

Существенным моментом, сдерживающим развитие промышленности и реализацию наших инженерных талантов, особенно молодежи, являются нормативные



аспекты и общее социально-технологическое устройство в нашей стране. В нормативной области уже сегодня давление бизнеса заставляет законодателей пересматривать вопросы секретности и рассекречивания в части дистанционного зондирования Земли. Например, фермеру нужно получать информацию день в день, а сегодня дается две недели на ее рассекречивание. В области технологий организации воздушного движения необходим переход от разрешительного на уведомительный порядок. Должна создаваться автоматизированная система управления и контроля воздушным движением, не завязанная на диспетчера. Беспилотники должны быть оборудованы автоматическими системами типа «почувствовал – уклонился». Такие же системы должны стоять на пилотируемых воздушных судах, которые не видят сегодня беспилотники.

ЖИТЬ НА ЧУЖОМ БАГАЖЕ НЕДОПУСТИМО

Владимир Михайлов, Герой России, генерал армии, главнокомандующий ВВС в 2002–2007 годах:

Пройдя через тяжелые для отечественной боевой авиации 1990-е и 2000-е годы, нам необходимо сделать правильные выводы. Я уверен, что в России сохранится собственное авиационное производство. Я не против импорта, но считаю, что жить на чужом багаже недопустимо. В военной области мы должны делать все сами. Наша авиация в советские времена соответствовала статусу страны как великой авиационной державы.

Среди самолетов фронтовой авиации останется востребованной сверхманевренность. В свое время это делалось для выполнения маневра уклонения от

пущенной по самолету ракеты. Сегодня ракеты тоже стали хитрее, от них просто так не уклонись. Однако сверхманевренность дает дополнительное преимущество истребителю при ведении обычного воздушного боя.

За следующие 20 лет в России будет активно развиваться военная беспилотная авиация. В свое время мы были лидерами по беспилотникам, сейчас идет возрождение этой компетенции. Боевые беспилотники, несомненно, будут способствовать росту боевой мощи ВВС. Но беспилотная авиация не сможет пока заменить все виды обычных самолетов, да это попросту и не требуется. Сделать беспилотный фронтовой истребитель можно хоть сегодня. Но его стоимость будет несравненно большей, чем обычного самолета, например Су-57. Даже США, обладающие огромным военным бюджетом, не рассматривают в ближайшем будущем возможность массового производства беспилотных фронтовых истребителей. Поэтому в ближайшие 15–20 лет роль беспилотников будет заключаться главным образом в обеспечении действий боевой пилотируемой авиации, а также в нанесении ударов по объектам противника в относительно несложной обстановке.

В ближайшие десятилетия необходимо подтянуть на должный уровень дальнюю авиацию. Старые самолеты этого класса, чей летный ресурс пока далек от завершения, еще долго будут оставаться в строю. Сам по себе их планер отвечает всем со-



◀ Владимир Михайлов, генерал армии, главнокомандующий ВВС в 2002–2007 годах

временным требованиям, будет отвечать им и через 15–20 лет. Потребуется только модернизация: замена старого электронного оборудования на новое. Оно позволит заблаговременно обнаруживать все потенциальные угрозы, а также обеспечит применение новых видов вооружений. Системы вооружений для авиации, переживающие в настоящее время настоящий бум, будут развиваться в ближайшее время такими же быстрыми темпами.

Сегодня в России производятся сверхзвуковые стратегические



бомбардировщики Ту-160. Раньше было мнение, что машина такого класса должна быстро долететь до территории противника для нанесения сокрушительного удара. Но ракеты летают быстрее. Продемонстрированы уже образцы гиперзвукового оружия. Поэтому российский перспективный авиационный комплекс дальней авиации будет дозвуковым. Благодаря этому он станет значительно дешевле в разработке и производстве, экономичнее в эксплуатации.

В ближайшее десятилетие нам нужно предпринять очень большие усилия по производству малой и учебной авиации. И нам стоит обратить серьезное внимание на военно-транспортную авиацию. России предстоит самостоятельно закрыть ниши легкого и среднего военно-транспортных самолетов.

«ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО» И ВЫРАЩЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Сергей Чернышев, генеральный директор ЦАГИ, академик РАН:

Создание летательных аппаратов – многодисциплинарная задача, затрагивающая многие области авиастроения: планер и его конструкцию, двигатели, материалы, авионику и другое авиационное оборудование. За ближайшие 15–20 лет изменения, видимо, коснутся всех этих областей.

Магистральные самолеты в ближайшее время должны значительно измениться. Компоновка «труба с крылом» с висящими на нем двигателями себя практически изжила. Больше из нее выжать для улучшения характеристик самолетов вряд ли что удастся. Единственный оставшийся почти нетронутым резерв улучшения – снижение интеграль-

ной силы трения. Трение в турбулентном течении в 5–6 раз выше, чем в ламинарном потоке. Поэтому надо создать такие формы самолета, чтобы обтекание было ламинарным.

Другим значительным резервом улучшения аэродинамической эффективности самолета является применение новых вариантов его компоновки. Мы гордимся тем, что ЦАГИ 35–40 лет назад впервые предложил компоновку, которую позже в компании Boeing назвали blended wing body – смешанная компоновка «крыло-фюзеляж». Мы его называем просто «летающее крыло». Эта компоновка позволяет примерно на четверть улучшить аэродинамическое качество самолета.

Тенденции развития двигателей предусматривают повышение степени двухконтурности, степени сжатия в компрессоре и КПД узлов, что дает снижение удельного расхода топлива на 10–12%. Кроме того, применение новых материалов и увеличение температуры перед турбиной двигателя также приводит к по-

вышению его топливной эффективности. Подобные решения уже применяются. Перспектива более отдаленная – создание биротативного турбовинто-вентиляторного двигателя, или двигателя с открытым ротором. Для отдаленной перспективы также рассматривается концепция двигателей с разделенными контурами. Она допускает больше вариантов встраивания двигателей в планер самолета, например в корневую часть крыла. Эта концепция в особенности выигрышна для самолета в схеме «летающее крыло».

В области материаловедения сейчас идет массовый продуманный переход от металла к композитам. По прогнозам многих ученых, технологов, конструкторов, будет четвертый этап, когда степень интеграции металлов и композитов в конструкции будет настолько высока, что нельзя будет точно сказать, из чего сделан самолет – из металла или композитов. Это будет что-то выращенное специально под конкретную задачу и для конкретных нагрузок.

✓ Сергей Чернышев, генеральный директор ЦАГИ



Создание ЛА –
многодисциплинарная
задача



Инициатива ПООЩРЯЕМА

Дарья Стрункина

Студенческая скамья и преподавательская кафедра – далеко не единственные места для получения современного образования. Герои наших историй разные: это и студенты, и недавние выпускники нашего института, и уже опытные специалисты. Но всех их объединяет одно: они инициативные, горящие, небезразличные люди. И они уже смогли многого добиться и стать известными, пусть даже в рамках своих кафедр. Их опыт подтверждает: инициатива открывает простор для самореализации, делая жизнь интереснее.



ХОЛОДНОЕ СЕРДЦЕ САМОЛЕТА

Студентка МАИ рассчитывает параметры сверхмощных электрических машин.

Студентка Аэрокосмического института Московского авиационного института, инженер научно-исследовательского отдела лаборатории кафедры 310 «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» Ирина Кобзева, несмотря на свой юный возраст, уже добилась невероятных успехов. Сфера научных и профессиональных интересов Ирины – сверхпроводниковые электрические машины.

Ирина увлеклась этим, казалось бы, совершенно неженским профилем сразу после поступления в МАИ. Однако новая область знаний захватила ее настолько, что сразу после занятий Ира бежала в лаборатории 310-й кафедры и засиживалась там допоздна. Увлеченную студентку заметили преподаватели и позвали на работу. Ирина с радостью согласилась



Ирина Кобзева

и вскоре стала частью научного коллектива.

– В МАИ очень талантливые преподаватели, они могут буквально за несколько занятий заинтересовать предметом настолько, что хочется связать дальнейшую жизнь с авиационной отраслью, – признается Ирина. – Причем МАИ дает такую базу знаний, которая позволяет работать на различных предприятиях технической отрасли. Можно остаться в университете и заниматься наукой и исследовательской работой. У меня, например, не было вопросов, куда пойти работать. Я хотела заниматься наукой, поэтому осталась в вузе.

День за днем Ирина набиралась новых знаний и практического опыта. Так она стала одним из создателей уникальной математической методики расчета параметров и проектирования сверхпроводниковой электрической машины и наряду с сотрудниками 310-й кафедры вошла в число обладателей патента на полезную модель.

– Область сверхпроводимости еще мало изучена, – отмечает

МАИ

Факультет №2
«ДВИГАТЕЛИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ»



*МАИ дал отличный
старт героям
этого материала*



Ирина. – Стандартные методики расчетов электрических машин не подходят, поэтому приходится создавать новую аналитическую методику расчета. 3D-моделирование позволяет воспроизвести вид машины и просчитать все ее параметры. То есть получается, что аналитика дает оценку машины в плоскости, а моделирование в программных средах учитывает все допущения и дает более точные результаты расчета сверхпроводниковой машины в объеме. В биографии Ирины – более десятка статей в научных изданиях, а также работа по контрактам с РФФИ и РФН. После окончания магистратуры в Аэрокосмическом институте МАИ девушка планирует продолжить обучение в аспирантуре на ставшей родной 310-й кафедре. Кстати, преподавательский опыт у талантливой студентки уже есть: она ведет лабораторные и практические занятия у студентов.

– Очень здорово, что МАИ – это вуз прикладной, – считает Ирина. – Здесь тебе не просто читают лекции, а делают так, чтобы ты полученные знания мог применить. Для меня это особенно важно. Это отображается в увеличении числа практических занятий, а также в привлечении студентов старших курсов к научно-исследовательской работе.

Отметим, что Ира вместе с коллегами сейчас работает над



Сергей Селиверстов

совершенствованием методик расчетов параметров сверхпроводниковых электрических машин и занимается их оптимизацией.

ДВИЖЕНИЕ К ВЫСОТАМ

Маевец создает двигатели и испытательные стенды.

Аспирант Института №2 «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки»

Московского авиационного института (национального исследовательского университета) Сергей Селиверстов начал выстраивать научную и инженерную карьеру еще со студенческой скамьи. В 2013 году он, студент второго курса, пошел работать в Ресурсный центр МАИ на позицию техника. Каждый год Сергей шел по карьерной лестнице все выше и выше. Помогала учеба в МАИ, а также четко поставленная цель – постоянно достигать новых высот.

Получив диплом, Сергей не покинул маевских стен и поступил в аспирантуру. В 2017 году маевец стал сотрудником кафедры «Технология производства двигателей летательных аппаратов». Он начал преподавать, параллельно занимался научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками

У студентки Ирины Кобзевой – уже более десятка статей в научных изданиях



Помимо преподавательской и научной деятельности, Сергей Селиверстов задействован в научно-исследовательской работе студентов

на 205-й кафедре. Маевцу и его коллегам с кафедры принадлежит множество перспективных проектов. Например, малоразмерный воздушно-реактивный двигатель для беспилотников и мобильных генераторных установок. Модель одного такого двигателя, созданного в МАИ, Сергей представил в Сочи на выставке YOUTH EXPO. Мероприятие проходило в рамках Всемирного фестиваля молодежи и студентов. Изобретение заинтересовало заказчиков, а также руководителя Министерства промышленности и торговли России Дениса Мантурова.

– В университет после выставки стало поступать много писем. Работы у нас прибавилось, – отмечает Сергей. – Помогало то, что у нас на факультете было много наработок в этой области, свой испытательный стенд. Кстати, над его разработкой

я вместе с коллегами трудился, как только пришел работать на кафедру.

По словам разработчика, маевский двигатель, очень мощный и компактный, сможет составить серьезную конкуренцию зарубежным аналогам и в зависимости от задачи значительно ускорить полет летательного аппарата или поднять его на большую высоту.

– В данный момент мы работаем над его оптимизацией, поскольку двигатель потребляет слишком много топлива, – отмечает аспирант МАИ. – Но на самом деле это проблема всех воздушно-реактивных двигателей данного класса. Однако мы постараемся ее решить и наш двигатель значительно оптимизировать.

Также Сергей давно увлечен аддитивным производством. В распоряжении Института №2 МАИ есть лаборатория трехмерной печати. Маевец освоил технологии изготовления деталей на имеющихся машинах от и до.

– Сначала я осваивал работу на стереолитографической машине как оператор, – вспоминает Сергей. – Снимал и изготавливал детали. Потом занимался построением и отладкой режимов, то есть выполнял фактически программистскую работу. Освоил одну машину, затем – другую. Теперь курирую направление аддитивного производства. К нам часто обращаются с других факультетов и институтов МАИ.

Помимо преподавательской и научной деятельности, Сергей задействован в научно-исследовательской работе студентов, он председатель НИРС МАИ в родном Институте №2.

МОДЕЛЬ ПОД ЗАПРОС
Маевцы создают успешные IT-продукты и учат пользователей делать интернет-сервисы.
 Шаг в сторону оптимизации и упрощения работы оргкомитета

В ближайшем будущем «Лаборатория конференций» будет бороться за победу в финале конкурса «У. М. Н. И. К.»

Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения» обернулся для студента магистратуры МАИ Александра Новикова и его наставника, руководителя магистерской программы «Проектирование высоконагруженных интернет-сервисов» МАИ Павла Кейно, большим и успешным IT-проектом. Маевцы создали интернет-платформу «Лаборатория конференций». С ее помощью представители вузов и научных организаций смогут получить готовый сайт на отдельном домене с огромным количеством функций буквально за два клика мышкой после несложной регистрации на сайте проекта. Проект не только зарекомендовал себя на самой конференции в МАИ, но также получил грант конкурса «Территория смыслов на Клязьме». В ближайшем будущем «Лаборатория конференций» будет бороться за победу в финале конкурса «У. М. Н. И. К.»

– Мы создали полноценный движок, – отмечает в интервью «Облаку» руководитель, разработчик и автор идеи Павел Кейно. – Система достаточно гибкая, она подстра-



▲ Павел Кейно



ивается под интересы и запросы пользователя. Он может собственноручно, без программистских навыков и знаний, построить любую конфигурацию приложения.

Авторизованная система значительно упрощает процесс приема и обработки заявок, а также их подачи. Кроме того, «умная» система, разработанная маевцами, умеет формировать отчеты в таблицах Excel, а также сама верстать окончательный вариант сборников и почетных грамот. От пользователя требуются всего лишь мелкие нюансы, а время, ранее требуемое для учета и ведения истории заявок, тратится на непосредственную организацию мероприятия.

Помимо «Лаборатории конференций» Павел Кейно курирует еще один проект,

который в ближайшее время непременно в МАИ «выстрелит». Это разработка средств мета-моделирования современных веб-приложений BlockSet. Над новым изобретением, помимо Павла, работает большая команда маевцев Института №3 «Система управления, информатика и электроэнергетика»: Николай Козырев, Никита Жига, Владислав Новиков, Филипп Ярмухаметов, Артем Цимбал, Дмитрий Золотов, Андрей Бубнов.

– С помощью средств мета-моделирования можно создавать собственные блоки и выстраивать свою бизнес-логику сайта, – отмечает Павел Кейно. – Но при этом от вас не требуется самого процесса программирования. Например, с помощью нашего сервиса можно

Авторизованная система значительно упрощает процесс приема и обработки заявок

нарисовать нужную пользователю веб-форму, просто кликая мышкой, двигая бегунки, ставя, где надо, галочки и создавая условия, отвечающие заданной логике работы создаваемой динамической страницы.

Кстати, возможность выйти в успешное плавание со своими проектами дал ребятам не только образовавшийся IT-центр МАИ, но и сам вуз после присоединения МАТИ.

– Когда я еще был аспирантом, многие в вузе вообще не понимали, чем я занимаюсь, я разговаривал с ними на «птичьем» языке, – признается Павел Кейно. – Для меня это было тяжелое время, ведь мои начинания не воспринимались всерьез. Позже в лице МАИ я получил колоссальную поддержку, и наши проекты в сфере интернет-сервисов стали не только осязаемыми, но и весьма успешными. И за примерами ходить далеко не надо. Один только факт того, что мы в МАИ открываем новую магистерскую программу по интернет-сервисам, говорит о том, что те тренды, которые мы поймали еще много лет назад, как никогда востребованы сейчас в мире и в МАИ в частности.

ПЛАТФОРМА ВЗЛЕТА-ПРОДАЖИ

Выпускник МАИ научился зарабатывать на рекламе при помощи технологий.

Идея создать свой бизнес в сфере высоких технологий созрела в голове основателя крупнейшей

✓ Павел Кейно и студенты (слева направо): Никита Жига, Николай Козырев, Алексей Новиков



IT-компания Hot-WiFi Дмитрия Степаненко, когда он учился на пятом курсе факультета «Радиоэлектроника летательных аппаратов» Московского авиационного института (национального исследовательского университета). Маевец не стал откладывать дело в долгий ящик и принялся решительно действовать. Вскоре харизматичный лидер, будущий специалист по комплексным системам безопасности, собрал вокруг себя команду единомышленников из числа собственных одноклассников и студентов с других курсов МАИ. Привлек первые инвестиции. Так на IT-рынке появился новый стартап Hot-WiFi.

Сначала компания занималась техническим сопровождением нескольких небольших фирм, настраивала Wi-Fi. Однако стремительно развивающийся IT-рынок диктовал свои правила. За новыми клиентами, выручкой и прибыльным куском рыночного пирога пошла и команда Дмитрия. На глазах маленький стартап Hot-WiFi буквально преобразился в гиганта технологического рекламного рынка и выступил как производитель программного обеспечения для автоматизации маркетинговых бизнес-задач. Сейчас партнерская сеть компании насчитывает 16 стран: Россию, Англию, Канаду, Испанию, Турцию, Таиланд и другие.

– Мы помогаем компаниям зарабатывать больше через Wi-Fi-платформы, – отмечает Дмитрий. – Hot-WiFi предоставляет возможность бизнесу рекламироваться у своей целевой аудитории, которая находится в шаговой доступности. Вот представьте, что вы идете мимо кафе, фитнес-клуба или магазина, оборудованного нашей системой. Как только вы придете домой, на учебу или в офис и подключитесь



◆ Дмитрий Степаненко

к Сети, то это заведение сможет настроить именно на вас и под вас свою рекламу, пригласить вас на свое мероприятие или рассказать об акции. Такой тип рекламы очень эффективен, ведь она попадает напрямую к своей аудитории. Ваш приход в заведение наша система также может отследить и предложить бизнесу аналитику, что реклама действительно сработала.

Помимо рекламы, компания Hot-WiFi также собирает для своих клиентов данные пользователей: номер телефона, электронную почту или id в социальных сетях.

По словам Дмитрия, учеба в МАИ очень помогла ему в дальнейшей работе. Несмотря на то что он не стал инженером-программистом, комплексные знания помогли ему общаться с разработчиками на одном языке, а также разбираться в юридических нюансах работы.

– Специализация, по которой я учился, не давала нам глубинных знаний, но на то она и называлась «комплексная защита», – отмечает Дмитрий. – Выпускники потом должны были идти и развиваться в том направлении, которым им интереснее всего заниматься. Мне, как руководителю, комплексные знания в разных областях помогли говорить на одном языке с разработчиками и оценивать их как специалистов. Кроме того, я хорошо понимаю, чем они занимаются, что такое вообще программный код. В МАИ обсуждались юридические вопросы этой сферы, теперь я легко могу координировать работу юристов. Я фактически вышел из университета разносторонним специалистом. Кстати, несколько человек из МАИ до сих пор работают у меня в команде.

16

страниц
считывает
партнерская
сеть компании
Hot-WiFi



● Андрей Стародумов

ДВИГАТЕЛЬ ДУШИ **Выпускник МАИ – об инженерном призвании и карьерных взлетах.**

Самолеты-истребители компании «Сухой» – грациозные и неуловимые, невероятно быстрые и маневренные. С замирающим сердцем и неподдельным восхищением мы смотрим выступления этих крылатых машин на разнообразных авиашоу, параде Победы на Красной площади. Такими, как пуля быстрыми и мощными, их делает реактивный двигатель. Его для знаменитых «сушек» изготавливают в легендарном Опытно-конструкторском бюро им. А. Люльки. Одним из разработчиков железного «сердца» для самолетов пятого поколения Су-57, а также ряда других самолетов фронтовой авиации марки «Су» стал выпускник

Института «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» Московского авиационного института (национального исследовательского университета), начальник расчетно-исследовательского отдела ОКБ им. А. Люльки Андрей Стародумов.

Постигать инженерную профессию он начал в сложные и экономически нестабильные для России 90-е годы, но о своем выборе ни разу не пожалел. Годы учебы в МАИ он вспоминает с большой теплотой. Связь с альма-матер с годами не потерялась, а, наоборот, только окрепла. Теперь Андрей Владимирович с большим удовольствием принимает на работу и стажировку студентов-маевцев, которым вот уже год преподает сложную науку двигателестроения. Кстати,

*Годы учебы в МАИ
Андрей Стародумов
вспоминает
с теплотой*

вместе со своими коллегами Андрей Владимирович принял самое деятельное участие в восстановлении родного факультета после пожара 2009 года. Благодарный МАИ увековечил имя своего выпускника, протянувшего руку помощи, на памятной доске, расположенной во вновь отстроенном корпусе №2.

– Я учился по специализации «Ракетные двигатели», – вспоминает Андрей Владимирович. – На старших курсах пошел работать на кафедру 203 «Конструкция и проектирование двигателей» к профессору МАИ Юрию Равиновичу. Профессия инженера мне

очень нравилась, хотя многие мои знакомые считали, что мне нужно было пойти в более востребованную в те годы сферу бизнеса. Но я чувствовал: инженерная работа – мое истинное призвание.

В своих ощущениях маевец не ошибся. Знания и практический опыт, полученные в МАИ, дали свои плоды. Площадка родного вуза стала для молодого человека взлетной полосой. Теперь Андрей Владимирович возглавляет один из ключевых отделов ОКБ им.

А. Лялюки, выполняющий большой объем проектировочных расчетов в области газовой динамики и теплообмена современных и перспективных двигателей. Также значительный объем работ выполняется по темам Газпрома.

ОКБ им. А. Лялюки в лице отдела под руководством Андрея Стародумова реализует часть НИРов и НИОКРов в тесной связке с МАИ. Вместе с вузом он также работает над рядом проектов. Один из них – проектирование и создание системы охлаждения для перспективных турбин.

– У инженера должно быть нестандартное мышление, – отмечает Андрей Владимирович. – Поэтому так приятно принимать на работу выпускников МАИ, с ними интересно и эффективно работать.

КОСМОС КАК ПРЕДЧУВСТВИЕ

Выпускник МАИ – о поступлении, преподавании и работе в отрасли.

Путь выпускника Аэрокосмического института Московского авиационного института (национального исследовательского университета) Игоря Усовика был предreshен еще с детства. Его отец служил в авиации, а дедушка – в ракетных войсках.

Неудивительно, что Игорь впоследствии выбрал инженерную профессию и поступил в МАИ – вуз, который сочетает и небо, и космос.

– МАИ я окончил трижды, – с улыбкой признается маевец. – За плечами у меня два высших образования и аспирантура.

Игорь Усовик хорошо помнит гамму непередаваемых ощущений радости и восторга после своего поступления в университет.

– На самом деле это чувство даже словами описать невозможно, – вспоминает маевец. – Наверное, это и есть настоящее счастье.

Даже сейчас, несмотря на колоссальную загрузку на должности руководителя одного из отделов ЦНИИмаш, Игорь регулярно приезжает в стены альма-матер читать лекции на родной кафедре №604 «Системный анализ и управление». У студентов он ведет системный

☑ Игорь Усовик



2

высших образования и аспирантура за плечами Игоря Усовика

анализ и эффективность космических комплексов. Кстати, свои университетские годы, любимых преподавателей и дисциплины маевец вспоминает с большой теплотой и воодушевлением.

– Во время учебы мне очень нравилось программирование, механика космического полета и статистическая динамика, – делится выпускник.

По его словам, знания, полученные в вузе, – это тот самый фундамент, который помогает решить множество сложных задач при работе в отрасли.

– На мой взгляд, одно из главных достоинств системы преподавания и построения учебного процесса в МАИ – в том, что, помимо лекций, семинаров и практических занятий, есть возможность знакомиться с образцами техники, а также проявить творческий подход при подготовке различных работ в процессе обучения, – отмечает Игорь.

В ЦНИИмаш маевец руководит отделом, который занимается сразу несколькими перспективными направлениями исследований в космической отрасли.

– Отдел проводит исследования в области ограничения техногенного засорения околоземного космического пространства, орбитального обслуживания космических аппаратов, включая активное удаление космического мусора на орбиты захоронения, – отмечает Игорь. – Кроме того, мы проводим исследования в области ионизирующих излучений космического пространства и их воздействия на бортовую аппаратуру ракетно-космической техники.



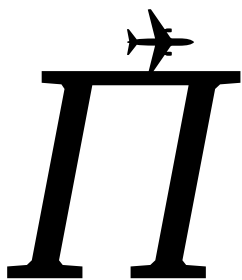
Билет в будущее

Мировой ИНЖЕНЕР

Дарья Стрункина, Анастасия Зубова

Маевцы учатся за рубежом и становятся билингвами. Иностранные студенты получают современное инженерное образование и осваивают русскую культуру.





Поездки на стажировки за рубеж во время обучения в вузе – мечта

многих абитуриентов. Но одно дело – мечта и совсем другое – реальная возможность. А ее-то может легко подарить своим будущим студентам Московский авиационный институт. У МАИ с иностранными вузами в разных точках земного шара налажены достаточно тесные партнерские взаимоотношения, и круг вузов-партнеров расширяется. Благодаря такой кооперации маевцы могут стать настоящими научными Магелланами и Колумбами, открыть для себя новые подходы в изучении своей предметной области в других странах, а также приобрести совсем не лишнюю строчку в портфолио.

Стажировками в МАИ занимается Управление международной деятельности. Отметим, что в рамках программы обмена и академической мобильности у вуза заключены договоры с более чем 20 университетами по всему миру.



Среди них – Технический университет Мюнхена, Технический университет Вены, французская Высшая национальная школа авиации и космоса, Пекинский авиационно-космический университет, Туринский университет, Университет Велтек в Индии и др.

– На основании соглашений с вузами-партнерами мы направляем студентов на программы бакалавриата и магистратуры на один семестр, – отмечает специалист отдела международных связей Управления международной дея-

тельности МАИ Ирина Лупицина. – Каждый семестр за рубеж уезжают 10–15 маевцев. Отбор проводится по успеваемости студентов, их знаниям языка, программы и рекомендаций от кафедры.

По словам Ирины, наибольшей популярностью у студентов из МАИ пользуются Технический университет Мюнхена, Туринский политехнический университет и французский ISAE-SUPAERO.

– Программа академической мобильности в МАИ распространяется на студентов с третьего курса, – продолжает она. – Однако ребята помладше, которые также хотели бы получить опыт обучения за рубежом, могут принять участие в летних школах европейских и азиатских вузов. От университетов в адрес МАИ такие предложения поступают ежегодно.

Стажировки за рубежом – мечта многих абитуриентов

НАУЧНАЯ ДИПМИССИЯ

В маевской программе по академической мобильности с иностранными университетами-партнерами в 2017 году принял участие студент института «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» МАИ Егор Агешин. Молодой человек решил воспользоваться возможностью поехать на стажировку и отправился в Technische Hochschule Ingolstadt (THI) – Высшую техническую школу



У МАИ налажены партнерские отношения с разными иностранными вузами



*Стажировки
открывают
маевцам новые
возможности*

в городе Ингольштадт. По словам Егора, это один из самых бурно развивающихся районов Баварии, что и привлекает студентов со всего мира.

– Все необходимые документы, письма, рекомендации я собрал при помощи Управления международной деятельности, – вспоминает Егор. – Они дали четкие и понятные рекомендации, договаривались с моим факультетом, потому что выбыть из учебного процесса мне предстояло на целый семестр.

Учебный семестр Егора в Германии начинался в марте 2017 года, в самый разгар учебы в МАИ. Однако преподаватели родного института с пониманием и даже энтузиазмом отнеслись к его стажировке.

В ТНІ маевец взял для изучения несколько дополнительных предметов по своей специаль-

сти, среди которых – аэродинамика, производственные системы, моделирование в программе Siemens NX и другие. Студенты в технической школе могут выбрать интересующие дисциплины из более чем 40 предметов инженерных и экономических специальностей.

– Тебе доступны любые дополнительные предметы, которые представлены в программе обучения, – отмечает Егор. – Выбор ограничивается только желанием студента и его уровнем подготовки. Это был неоценимый опыт, поскольку мне приходилось постоянно практиковать язык, участвовать в групповых проектах и параллельно делать лабораторики для МАИ.

Особенно запомнились маевцу практические работы по аэродинамике, где необходимо было сделать мастер-модель и рассчитать

ее характеристики в аэродинамической трубе, а также экскурсия на завод MAN в Мюнхене. Здесь Егор своими глазами увидел, как собирают грузовики, и принял участие в красочном фестивале.

В конце семестра (в Германии учебный год заканчивается в конце июля) студентам предстояло сдать экзамены, которые потом могут быть засчитаны в родном институте. Успешно сдал «немецкую» сессию и Егор. Результаты экзаменов были, конечно, засчитаны в МАИ.

– Безусловно, стажировка открыла для меня новые возможности, – признается Егор. – Учеба за рубежом и владение иностранными языками делает студента более привлекательной кандидату-

рой для работодателя. Кроме того, у тебя появляется возможность участвовать в научных проектах как в своей альма-матер, так и на российских предприятиях.

Тем не менее сам Егор решил остаться на своем факультете и принять участие в научных исследованиях. По словам студента, он планирует после окончания бакалавриата поступать в магистратуру в МАИ, но также будет рассматривать возможность проходить стажировки за рубежом.

ВЕЛИКИЙ ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ

Помимо большой программы по академической мобильности, МАИ реализует еще один крупный образовательный проект. Это совместная аэрокосмическая магистратура с Шанхайским университетом Цзяо Тун. МАИ запустил перспективное направление вместе с китайскими коллегами в сентябре 2017 года. Осенью маевцы с разных факультетов отправились в Китай, где их объединили в одну группу с китайскими студентами. Вместе ребятам предстояло не только учиться, но и заниматься научно-практической деятельно-

Совместная магистратура с ШУЦТ – один из крупных образовательных проектов МАИ

стью. Отметим, что впоследствии будущих инженеров объединит работа над перспективным широкофюзеляжным самолетом.

– Китайские и российские студенты учатся по единому плану в одной группе, – отмечают представители МАИ.

Учебный план совместной магистратуры включает в себя дисциплины, рассчитанные как на все направления в рамках российско-китайской программы магистратуры («Управление жизненным циклом изделия», «Полимерные композитные материалы», «Двигатели летательных аппаратов»), так и узконаправленные, конкретно для каждой специализации. Также предусмотрены занятия общего характера с иностранными студентами различных направлений магистратуры.



Половину учебного плана совместной магистратуры составляют лекции, рассчитанные на большие потоки, вместе с другими иностранными студентами. Так преподается матричная теория и численный анализ. Большой бонус для маевцев в том, что они уже проходили математический анализ и линейную алгебру в рамках маевских программ бакалавриата либо специалитета. То есть для маевцев по этим дисциплинам главной задачей сейчас является повышение уровня ранее полученных знаний.

Отдельным блоком следует выделить занятия, рассчитанные на поток, состоящий исключительно из иностранных студентов, – это введение в китайскую культуру и китайский язык. Китайские студенты параллельно изучают русский язык и российскую культуру.

Для лучшей эффективности усвоения материала ребята самостоятельно разделились на небольшие группы, что дает возможность дополнительно, вне учебного процесса, встречаться для изучения языка с китайскими студентами.

Кстати, по завершении обучения каждый студент получает два диплома: диплом Шанхайского транспортного университета и диплом Московского авиационного института, поскольку обучение проводится в двух вузах: сначала группа едет учиться в Китай, потом занятия продолжаются уже в МАИ.

Отметим, что обучение в магистратуре полностью оплачивают российские компании.

40

дисциплин предлагает маевским стажерам ТНІ





«Я – инженер-МЕХАНИК»

Марк Полов

Андрей Варичев окончил Московский авиационно-технический институт имени К.Э. Циолковского (МАТИ), но в связи с распадом СССР в 1991 году и нарастающим кризисом проработал в аэрокосмической индустрии совсем недолго. Полученные знания Андрей Владимирович применил в другой отрасли: с 90-х годов он руководил крупными проектами в металлургии, а в 2013 году возглавил холдинг «Металлоинвест», который является ведущим игроком на рынке железорудного и металлизированного сырья, производителем высококачественной стали.



ПРОГУЛКА ПО СТРАСТНОМУ

Золотой медалист Андрей Варичев основательно готовился к получению хорошего технического образования в Москве: учился сразу в двух заочных школах – математической МГУ и физико-математической МИФИ, планировал учиться в одном из этих вузов. Поступлению в МАТИ способствовал, как часто бывает, случай.

Приехав поступать в Москву из Орла в 1985 году, Андрей пошел с товарищами в кинотеатр

«Пушкинский» и рядом с расписанием сеансов на афише увидел объявление о наборе студентов в МАТИ. До начала фильма оставалось около полутора часов, здание приемной комиссии на Петровке находилось всего в нескольких минутах прогулки по Страстному бульвару... «Пришел, выяснил, что можно поступать уже сейчас, на следующий день подал документы, сдал математику на пять (медалисты сдавали только один экзамен) и 1 сентября приступил к занятиям

Поступлению Андрея Варичева в МАТИ способствовал случай





С 2013 года
Андрей Варичев
возглавляет
«Металлоинвест»



Первым местом работы Андрея Варичева было НПО «Энергия»

на авиационно-механическом факультете», – вспоминает Андрей Владимирович.

УЧЕБА, СПОРТ И КОМСОМОЛ

Первые годы учебы запомнились большими нагрузками. Нередко поступление в институт ассоциируется у молодежи с эдаким гусарством: школа позади, родителей не вызовут... В МАТИ приходилось напряженно работать. «Для меня были нормой подъем в шесть утра, начало лекционных занятий – в восемь, спорт – в три часа дня, в восемь вечера – возвращение в общежитие и выполнение домашней работы, в полночь – отбой.

А на следующий день все опять по кругу, – рассказывает Андрей Варичев. – Сосредоточенность, ответственность, которые требовались при этом, помогли избежать поверхностно-попустительского отношения к учебе, получить хорошие инженерные знания. Надо сказать, что учебная программа была построена настолько грамотно и логично, что знания, полученные еще на первом курсе, оказались очень прочными, а некоторые – востребованными даже 30 лет спустя». Варичев с большой благодарностью вспоминает профессора Леонова, декана Хворостухина, зам. декана Милютину, доцентов Гусева и Сластихина, зав. кафедрой Либерзона и других интереснейших личностей.

Помимо учебы и спорта, студент уделял время общественной работе в комитете комсомола института. В советское время комсомол служил социальным лифтом людям с активной жизненной позицией. В комитете Варичев отвечал за студенческое самоуправление, организацию проведения общественно полезных мероприятий, субботников. На комсомольских активистов часто ложилась непростая задача убедить сокурсников в необходимости поехать в стройотряд, «на картошку» в колхоз, подмести дворы на Страстном – бесплатно или за небольшие деньги. «Находили нужные слова, аргументы», – делится Варичев.

В то время завершалось строительство учебных корпусов МАТИ на Оршанской улице. Часть этих

зданий построена руками однокурсников Андрея Владимировича. Сам он тоже не раз записывался в стройотряды, например на строительство объектов сельского хозяйства в подмосковные Горки-2.

ШКОЛА УПРАВЛЕНИЯ «БУРАНА»

После окончания МАТИ Андрей Варичев устроился в НПО «Энергия», где принимал участие

СЕКРЕТ УСПЕХА

Трудиться, не бояться новых задач, идти на обдуманый осознанный риск, ни в коем случае не терять доверия коллег и руководства.



в одном из самых интересных в то время проектов аэрокосмической отрасли – создании космического корабля «Буран». Выпускник МАТИ, занимавший позицию технолога, составлял для монтажных бригад инструкции по размещению датчиков и оборудования в кабине космического челнока. Все работы нужно было проводить таким образом, чтобы по минимуму касаться трубопроводов и электросистем.

Будущему капитану металлургической индустрии не раз приходилось самому надевать белый комбинезон, протискиваться в узкий люк челнока, диаметр которого был чуть больше иллюминатора пассажирского самолета, и выполнять различные монтажные операции. Работа, в ходе которой необходимо было что-то делать своими руками от и до, стала для Варичева отличной школой, научила логике построения управленческих решений. Один из принципов, которыми он руководствуется с тех пор, – при решении локальной проблемы не создавать трудности для окружающих, не нарушать сложившуюся «экосистему».

«У меня важная специальность: инженер минус механик равняется слесарь», – иронизирует Варичев.

СТАЛЬ НАВСЕГДА

К началу 90-х проект «Буран», как и остальные крупные проекты в космической индустрии, начал сворачиваться из-за отсутствия финансирования со стороны государства. В отрасли и НПО «Энергия» начались сокращения. Варичев вынужден был искать новые направления для применения своих знаний и навыков.

Друзья отца посоветовали металлургию – отрасль, которая будет жить всегда. Отличное

ФИЗИКИ И ЛИРИКИ

«В мире всегда будут физики и лирики. Но вне зависимости от сферы интересов рекомендую молодым людям работать над общим интеллектуальным развитием, широтой кругозора, быть интересными личностями, больше читать. Объем информации сегодня настолько плотный и всеобъемлющий, что в нем легко захлебнуться. С другой стороны, чем шире твой кругозор, тем легче отбросить плевелы и оставить зерна, сосредоточиться на том, что тебе интересно. А в том, что тебе интересно, нужно быть лучшим. Важно быть целеустремленными, работоспособными, многогранно развитыми. Личность найдет себя всегда, серость потеряется.»

техническое образование и опыт работы в аэрокосмической индустрии помогли Андрею Варичеву остаться в промышленности и сделать отличную карьеру. Он руководил несколькими предприятиями группы «Металлоинвест»: работал на Орско-Халиловском металлурги-

ческом комбинате (переименован в «Уральскую Сталь»), возглавлял Михайловский горно-обогатительный комбинат.

В прошлом году в «Металлоинвесте», который сегодня возглавляет Варичев, работали около 60 тыс. сотрудников, а выручка холдинга превысила 250 млрд руб. Все больше проектов компании связано с внедрением новых технологий в концепции Индустрии 4.0 для развития прибыльного и экологичного бизнеса.

Андрей Варичев уверен, что знания инженера смогут пригодиться всегда и в любой отрасли. «Может, и не нужно быть генералом. Быть хорошим инженером – это достойно. Индустрия 4.0 идет по миру широкими шагами. Вызов современным инженерам – поставить новейшие технологии на службу обществу, экономике, стране, сделать их доступными, но помнить: технологии не должны убивать личность, интеллект, превращать нас в «рабов лампы».

✓ В начале карьеры Андрей Варичев принимал участие в создании «Бурана»





Водородные ИГРЫ

Виктор Фомин

Электробусами на улицах городов в самых разных странах нашей планеты нынче вряд ли кого удивишь. Вот и Москва заказала партию 200 единиц. Но общественный транспорт, работающий на водороде, пока еще экзотика. Японская.

С

ейчас уже мало кто вспомнит, что приоритет в области создания водородных

транспортных средств принадлежит Советскому Союзу. В далеком 1976 году по дорогам нашей родины начал раскатывать экспериментальный «Москвич-412», в топливный бак которого нужно было заливать... обычную воду!

РАЗНЫЕ ПОДХОДЫ

Вроде бы вот оно, светлое будущее! Транспорт, работающий на воде. О чем еще мечтать? Но все оказалось не так просто. К сожалению, дальше экспериментов тогда дело не пошло. Причиной остановки работ стал электрохимический способ разложения воды на водород и кислород, который на тот момент не был совершенен (его эффективность оставляла желать лучшего). Кроме того, существовала возможность утечки водорода, что при соприкосновении его с раскаленными деталями двигателя внутреннего сгорания (ДВС) могло привести к взрыву.

Приблизительно в то же время предпринимались попытки найти водороду другое применение, отличное от сжигания его в ДВС. Так появились пресловутые топливные элементы. Основанная на них силовая установка имеет обратный принцип действия: здесь водород выступает в роли хранилища энергии (а-ля аккумулятор), а вступая во взаимодействие с кислородом в топливных элементах, способствует выработке электричества, которое, в свою очередь, уже выполняет необходимую работу. Стоит отметить, что микроавтобус RAF, впервые в мире снабженный подобным устройством, появился тоже в СССР в начале 80-х.

ПОД СЕНЬЮ ПЯТИ КОЛЕЦ

Грядущие Олимпийские игры в Токио – достаточно веский повод для неординарных решений, как и любые громкие события. Например, в Москве перед чемпионатом мира по футболу запустили программу «Моя улица». Четыре года подряд весь центр столицы был перекопан. Правда, на выходе вполне прилич-





*Впервые электробус
на топливных
элементах
был представлен
в 2003 году*



ный результат: город выглядит цивилизованно и ухоженно. Японцы решили к 2020 году пойти другим путем: озаботились экологичностью общественного транспорта.

Впервые электробус на топливных элементах был представлен в 2003 году. Он был создан на базе обычного городского автобуса Hino Ribbon City. В новом десятилетии эту идею подхватила компания Toyota. В 2015 году была представлена на модель Fuel Cell Bus на все тех же топливных элементах. Произошло это фактически сразу же вслед за презентацией серийной легковушки Toyota Mirai, приводимой в движение подобным силовым агрегатом. И вот в преддверии Олимпиады в Токио свету была явлена очередная новинка – водоробус Toyota SORA. SORA – это аббревиатура (или, как модно сейчас говорить, акроним), составленная из первых букв английских слов Sky («небо»), Ocean («океан»), River («река»), Air («воздух»). Получился некий символ круговорота воды в природе – явный намек на водородную основу нового транспортного средства.

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

Конструктивно SORA не так уж сложна: в ее основе лежит все тот же FCHV-Bus на базе автобуса Hino образца 2003 года. Но, как говорят англичане, дьявол кроется в мелочах. По сравнению с первоисточником количество баллонов под водород, размещенных на крыше в передней части салона, вырос-

ло с пяти до десяти, а их суммарная емкость увеличилась с 150 л аж до 600! Сразу же возникает вопрос: а что, баллоны так сильно выросли в размерах? Отнюдь! Такой прирост был достигнут исключительно за счет увеличения давления: с 35 МПа до 70 МПа, причем в баллонах все той же размерности.

Над средней дверью (опять-таки на крыше) разместились два блока топливных элементов системы TFCS (Toyota Fuel Cell System) производительностью 114 кВт каждый. Эти блоки, именуемые как FC Stack, несут в себе твердый электролит, основанный



22

*пассажира
смогут рас-
положиться
на удобных
сиденьях*

на полимерах. Кислород, который должен вступить в реакцию с бортовым водородом, добывается из воздуха, нагнетаемого на крышными вентиляторами, посредством высоковольтного конвертера.

Вырабатываемая топливными элементами электроэнергия питает пару асинхронных двигателей постоянного тока, выдающих на-гора по 113 кВт мощности и развивающих в общей сложности крутящий момент 770 Нм. Что характерно, моторы встроены в ступицы заднего моста, что здорово сэкономило подпольное пространство водоробуса.

Но, невзирая на полученную экономию, в качестве городского общественного транспорта SORA отнюдь не идеальна. Дело в том, что из-за необходимости куда-то спрятать силовые бустеры и блоки управления, конструкция получилась полунизкопольной, что не совсем соответствует требованиям современного городского общественного транспорта. Однако

Водоробус буквально нашпигован самыми разнообразными электронными системами



дает возможность остановиться у места посадки пассажиров с зазором 3–6 см от бордюрного камня и соблюсти дистанцию до впереди стоящего транспортного средства с точностью до 10 см. При этом восемь камер класса high resolution в режиме реального времени отслеживают обстановку вокруг.

Что касается интеллектуально-го помощника, SORA оборудована системой ITS Connect (Intelligent Transportation System), которая позволяет электробусу «общаться» с соседями по дорожному потоку, а также путевой инфраструктурой. Она отслеживает ускорение и торможение едущих рядом «коллег», разрешает выдерживать линейную скорость на маршруте и пользоваться систе-

мой управления светофорами RTPS (дает приоритет движения автобусам).

На данный момент известно, что первая установочная партия электробусов на топливных элементах Toyota SORA объемом 100 единиц будет поставлена в текущем году и встанет на регулярное сообщение в центре Токио. Впоследствии машины этой марки станут обслуживать и другие города Страны восходящего солнца, в которых пройдут летние Олимпийские игры 2020 года. Вот только остается открытым один вопрос: получит ли подобный вид общественного транспорта дальнейшее развитие или это разовая акция, приуроченная к грандиозному празднику спорта? Время покажет.

говорить, что этот электробус на топливных элементах не соответствует своей функции, тоже не приходится. Он вмещает почти сотню пассажиров, из которых 22 могут расположиться на весьма комфортабельных креслах-сиденьях. Часть их выполнена в виде strapontенов, расположенных вдоль борта на центральной накопительной площадке, что потенциально увеличивает вместимость салона. Кстати, для Японии подобное решение является новаторским.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ БОРТ

Впрочем, SORA – это не только топливные элементы. Водоробус буквально нашпигован самыми разнообразными электронными системами и интеллектуальными помощниками. И одна из них компенсирует тот недостаток, о котором говорилось выше. Речь идет об автоматическом контроле рулевого управления, а также замедления при подезде электробуса к остановке. Это устройство

НА ВСЕХ ПАРАХ

Топливные элементы, по сути, являются все теми же аккумуляторами. Но в отличие от гальванопары имеют внешний источник поставки действующих веществ, в роли которых чаще всего выступают водород и кислород. Соответственно, запас энергии в них регулируется исключительно извне, в то время как классическая АКБ вынуждена для повышения его (запаса) сама расти в габаритах и массе. Механизм действия выглядит примерно так: на катализаторе (обычно платиновом) анода молекулярный водород диссоциирует, вследствие чего катионы просачиваются сквозь протонообменную мембрану (представляет собой так называемый полимерный электролит) к катоду. Элек-

троны же, заблокированные мембраной, уходят во внешнюю цепь. В свою очередь, на катализаторе катода пришедшие с анода протоны водорода соединяются с молекулами кислорода и пришедшими из внешней цепи электронами. В результате всего этого действия образуется вода (естественно, в виде пара). К плюсам топливных элементов можно отнести довольно высокий КПД – порядка 80%. Такой показатель достигается благодаря отсутствию процесса сжигания топлива (в отличие от тепловых машин). В недостатки же можно занести необходимость создания сложной инфраструктуры по производству и хранению газообразного водорода высокой чистоты.

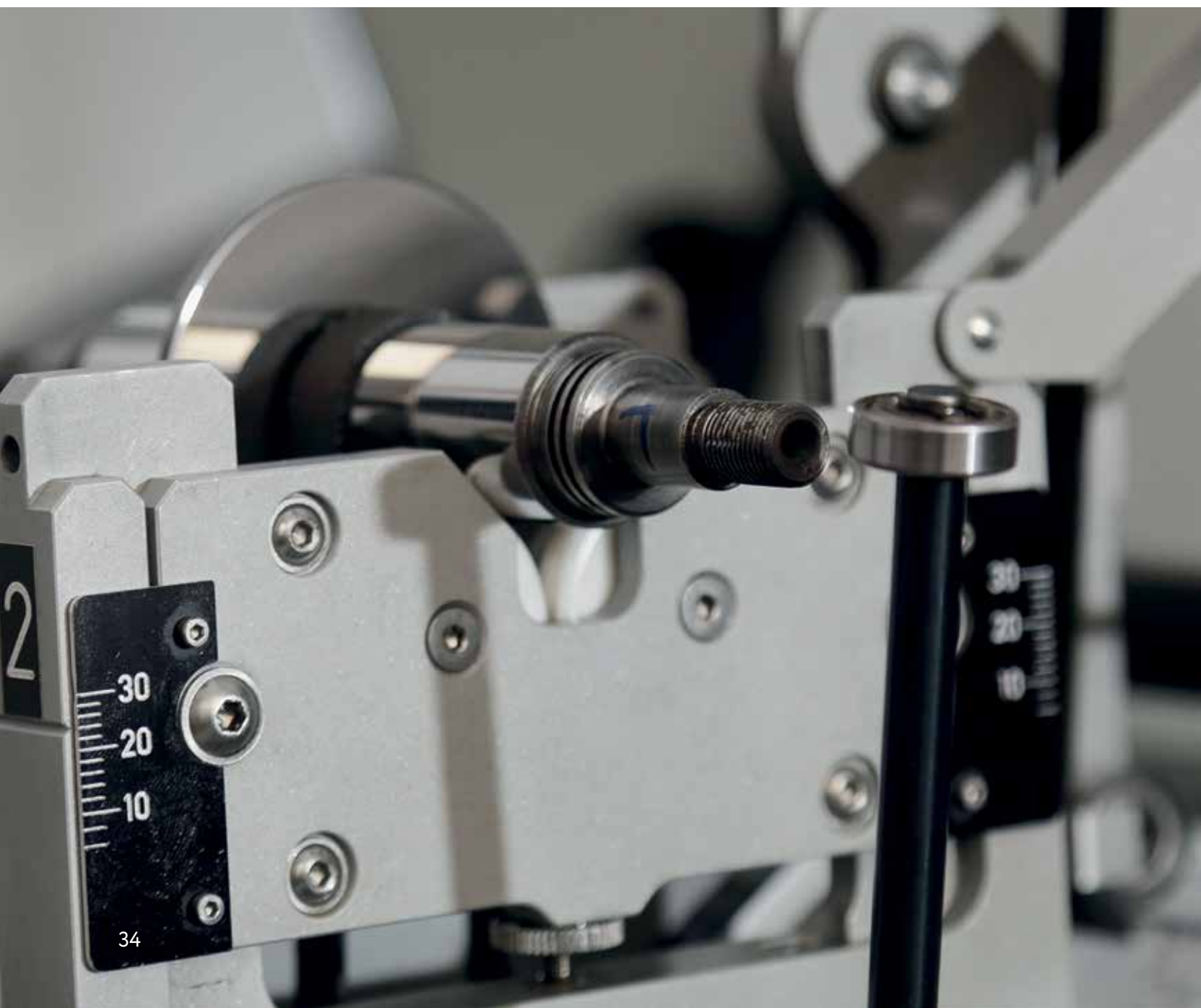


Билет в будущее

БЭС ПОПУТАЛ

Марк Полов

В МАИ создаются электрические машины нового поколения.



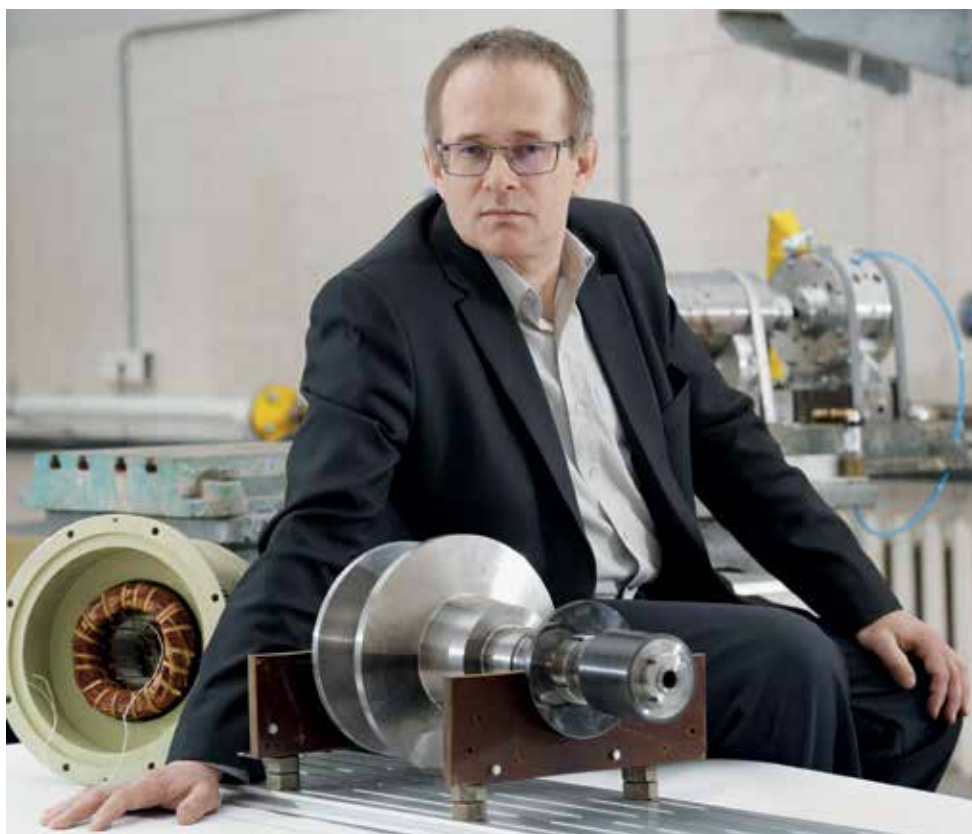
М

ощный и легкий двигатель, который мог бы выполнять

функции еще нескольких приборов, например генератора или стартера, долго оставался мечтой авиастроителей. А сейчас на втором факультете МАИ завершается разработка прототипа мотора нового поколения, который сможет совмещать функции сразу нескольких приборов.

ТЯЖЕЛОЕ ПРОШЛОЕ

Большинство современных электрических машин в авиации сегодня работают на шариковых подшипниках, а магнитное поле создается с помощью щеточно-коллекторного узла в синхронной электрической машине или «беличьим колесом» в асинхронном двигателе. У используемой сегодня традиционной схемы есть ряд недостатков, прежде



◀ Дмитрий Холобцев во время испытаний нового аппарата

всего большой вес. Подшипники нуждаются в маслосистеме. Плюс к тому относительно низкие частоты вращения, а также небольшой ресурс.

Чуть больше года назад специалисты с первого авиационного и второго двигателестроительного факультетов МАИ объединились в группу для разработки новой технологии. Современные достижения электромеханики и силовой электроники позволяют создавать надежные электрические машины с высокой частотой вращения. Сегодня оптимальной конструкцией является синхронная высокока-

чотная электрическая машина переменного тока с высококоэрцитивными магнитами на роторе. Такой тип машины имеет простую конструкцию, высокую частоту вращения (до 50–70 тыс. об./мин. при мощности на валу 10–50 кВт). Ей также свойственны высокие удельные показатели мощности, высокая перегрузочная способность (в 4–5 раз по моменту), высокая допустимая температура ротора (до 350 °С при использовании магнитов системы SmCo, то есть на основе сплава самарий-кобальт), высокий КПД (до 95% в номинальном режиме работы).

Первые результаты работы группы ученых МАИ: создан действующий прототип новой электрической машины. Сейчас он доводится до ума в лабораториях второго факультета.

МАГНЕТИЗМ ТЕХНОЛОГИЙ

Мы спустились в новую лабораторию второго факультета, чтобы лучше разобраться в тонкостях

От 1 до 100 кВт – мощность разных электрических машин, создаваемых в МАИ

Давление воздуха в точке отбора от компрессора двигателя – в 10 раз выше требуемого для наддува гермокабины.



процесса создания нового двигателя. «Осторожнее с техникой, держите ее подале от наших деталей», – предупреждает нас на входе начальник НИО-203 Дмитрий Холобцев.

При создании современных электрических машин все чаще обращаются к магнитам из сплавов редкоземельных металлов, которые создают мощное магнитное поле. Среди новых материалов для электрических машин – сплавы неодим-железо-бор и самарий-кобальт. «Если магнит из такого сплава повесить на холодильник, то снять его получится только вместе с дверью», – смеется Холобцев. А в случае неосторожного приближения такие магниты могут даже вырвать смартфон или напичканную электроникой дорожку фото- и видеотехнику.

И если в электрических машинах старого образца магнитное поле создавалось с помощью щеточно-коллекторного узла в синхронной электрической машине или «беличьим колесом» в асинхронном двигателе, то в центральной части нового ротора установлен активный магнит. На протяжении долгих месяцев ученые занимались подбором магнитов правильного образца (в том числе с учетом температуры, при которой потом приходится работать – до 400 °С), создавали для них специальное крепление.

При создании нового двигателя очень пригодилась еще одна разработка МАИ в области подшипников, или так называемых газовых опор. Ранее в университетской лаборатории создали целую серию газодинамиче-

✓ Инженер Владимир Воронин



МНЕНИЕ



Юрий Равикович,
проректор по научной работе,
заведующий кафедрой «Конструкция
и проектирование двигателей»

Двигатель современного пассажирского самолета выполняет целый ряд «нецелевых» функций. Например, часть его энергии отвлекается на электрические системы самолета, часть – на системы кондиционирования воздуха. Созданные на основе новых материалов и технологий машины помогут существенно эффективнее использовать работу мотора самолета.

ских подшипников, для работы которых не нужна маслосистема. Рабочее тело внутри подшипника – не шарик или ролик, а воздух! Ротор нового мотора сначала поставили на газовые опоры, а уже потом прицепили на одном валу стартер-генератор.

ОН ЖЕ СТАРТЕР, ОН ЖЕ ГЕНЕРАТОР

Плод совместной работы ученых нескольких факультетов – прототип нового двигателя ВК-800 для вертолета «Ансат». Новый ротор весит 15–20 кг, его мощность в генераторном режиме – 9 кВт, момент силы стартера – 15 Н·м. Аппарат существенно легче «собратьев», сделанных по традиционной технологии, с магнитной обмоткой.

Но самое главное – машина может работать в двух различных режимах: стартерном и генераторном. Сначала преобразователь, представляющий собой полупро-



водниковое электротехническое устройство, преобразует напряжение аккумуляторной батареи в напряжение переменного тока, необходимое для питания высокооборотной электрической машины при работе в режиме стартера на фазе пуска двигателя. Затем в генераторном режиме работы он осуществляет обратное преобразование энергии вращения ротора в напряжение 27 В. Скорость вращения ротора – 44 тыс. об./мин.

В нескольких свежеремонтированных комнатах установлено различное оборудование. Здесь проводят балансировку, сборку и испытания как самой электри-

ческой машины, так и отдельных ее узлов. Сборкой и испытаниями занимаются коллеги Дмитрия – инженеры Владимир Воронин, Константин Ардатов и студент пятого курса Александр Шевцов. Им еще предстоит провести



серию исследований. Например, посмотреть, как ведет себя агрегат в рабочих условиях. Скоро прототипы передадут на испытания в конструкторские бюро Объединенной двигателестроительной корпорации. Новая жизнь двигателя в МАИ только начинается.

СКОВАННЫЕ ОДНОЙ ЦЕПЬЮ

Но ротор и новый электрический двигатель для вертолета и небольших самолетов – только часть работы ученых МАИ в рамках масштабной программы создания «более электрического самолета».

Параллельно разрабатывается еще несколько типов приборов, которые со временем начнут



работать на борту новых летательных аппаратов. Идет работа и над созданием вспомогательной силовой установки и системы кондиционирования без отбора воздуха из электрического двигателя.

Новые генераторы, системы хранения и распределения электричества помогут более эффективно использовать возможности авиационного двигателя. Сегодня существенная часть мощности используется для работы пневматических и гидравлических систем, систем кондиционирования и электроснабжения. В результате значительная часть энергии не используется по прямому назначению – для передвижения самолета.

НЕ ГОРЯЧИТЬСЯ!

Кондиционирование – одно из самых энергоемких направлений работы самолета. Прежде чем попасть в пассажирский салон из горлышка вентилятора, воздух проделывает достаточно непростой путь. Из атмосферы его забирает двигатель. Часть кислорода не сгорает вместе с топливом, а передается в систему кондиционирования и для работы пневматических приводов.

По трубопроводам горячий (температура – несколько сот градусов) воздух передается до турбоохладителя. И только после охлаждения до требуемой температуры и очистки воздух

наконец подается в салон. Вся операция отнимает время и драгоценную энергию.

«У традиционной схемы кондиционирования воздуха в салоне самолета есть большой недостаток, – отмечает Холобцев. – Давление и температура отбираемого воздуха слишком велики, поэтому излишки энергии должны рассеиваться в первичном теплообменнике. Величина сбрасываемой энергии может составлять до 30–40%».

Выход мог бы заключаться в переходе на автономные компрессоры с высокоскоростными электроприводами. Их КПД может достигать 90%. Автономные компрессоры повышают давление забортного воздуха примерно до 0,105–0,12 МПа, а температуру – до 110–120 °С. В салоне давление составляет 0,08–0,085 МПа. Для того чтобы получить требуемые выходные параметры, электрический компрессор должен иметь частоту вращения на уровне 40 тыс. об./мин. и мощность около 70 кВт.

«Создание новых систем на основе передовых технологий могло бы существенно помочь разгрузить двигатель и высвободить его мощности для передвижения самолета в воздухе или по взлетной полосе аэродрома», – отмечает проректор по научной работе, заведующий кафедрой «конструкция и проектирование двигателей» Юрий Равикович.



тыс. об./мин. –
скорость
вращения
ротора

Наработки маевцев могут быть использованы для систем кондиционирования и генерации энергии







Луч, вакуум, «ЛЕБЕДЬ»

Марк Полов

Маевец участвовал в восстановлении уникальной технологии.



В

Казани на авиационном заводе им. С.П. Горбунова вновь проводится электронно-лучевая сварка титановых

деталей. Уникальная установка для этого процесса была создана еще в 80-х годах. Однако в лихие 90-е она стала «ненужной». Теперь оборудование, стоявшее без дела почти 30 лет, модернизировано и вновь используется. В возрождении этой компетенции деятельное участие принял выпускник МАИ, а ныне директор дирекции по технологии компании «Туполев» Сергей Тепаев.

ТИТАН СРЕДИ МЕТАЛЛОВ

Его называют «космический металл». Однако без него сегодня никак не обойтись не только в космонавтике, но и в авиастроении, судостроении, автомобилестроении и всевозможных иных «строениях», а также в химической, оборонной, медицинской и других промышленности.

Этот химический элемент открывали трижды независимо друг от друга англичанин, немец и француз. Сначала Уильям Грегор из города Крид в графстве

Корнуолл в 1791 году выделил новый оксид неизвестного доселе металла, который назвал менакеновой землей. Четыре года спустя Мартин Клапрот из Берлинской артиллерийской академии в минерале рутиле открыл новый элемент. Клапрот уже давал названия новым химическим элементам в честь персонажей древнегреческой мифологии: в 1789 году он нарек полученное им черное металлоподобное вещество ураном (да-да, это тот самый уран, используемый ныне в атомной промышленности и боеголовках). Еще через десятилетие профессор Луи Никола Воклен из парижского Коллеж де Франс обнаружил тот же элемент в анатазе и понял, что это тот же самый оксид, что и в рутиле.

В итоге за элементом сохранилось немецкое название – титан. А вот из-за высочайшей химической активности и сложности очистки чистый титан удалось получить лишь в 1925 году путем термического разложения паров иодида титана. И лишь в 1940 году люксембургский металлург Уильям Кролл получил первые несколько десятков

Титан сразу привлек внимание конструкторов и материаловедов



1350 м³
объем установки электронно-лучевой сварки на Казанском авиазаводе, одной из самых крупных в мире



Один из важнейших элементов – центрально- ная балка Ту-160 – из- готовлен из титано- вого сплава

килограммов чистого металличе-ского титана магнетермическим методом. Этот способ используется в промышленности до сих пор.

Благодаря целому ряду достоинств титан сразу привлек внимание конструкторов и материаловедов. Он в два раза легче железа, пластичный, ковкий, хорошо обрабатывается, достаточно твердый, долговечный и не теряет этих свойств при высоких температурах (до 400 °С). К тому же титан не разрушается со временем ни на воздухе, ни в речной, ни в морской воде, стоек в любых агрессивных средах.

ВОЗРОЖДЕНИЕ «БЕЛОГО ЛЕБЕДЯ»

Знакомьтесь: Сергей Тепаев. В 2010 году окончил первый факультет МАИ по специальности «Самолето- и вертолетостроение». Еще будучи студентом, в 2008 году Сергей пришел в компанию «Туполев» на должность инженера-технолога.

«В МАИ, по крайней мере на кафедре, где обучался я, тебя с четвертого курса считают уже



● Сергей Тепаев

инженером, относятся и ставятся задачи как будущему специалисту авиационной отрасли, – вспоминает Сергей. – Один из преподавателей как-то сказал, что, помимо технической базы, которую вы получаете в процессе обучения, вас обучают еще и умению общаться с людьми, умению прислушиваться и слышать. В работе коллектива, по моему мнению, умение слышать специалистов – самое главное».

Маевская методика оправдала себя на 100%: в 2012 году Тепаев уже возглавлял технологическую службу ЦКБ, занимающуюся технологическим сопровождением самолета на всех этапах его жизненного цикла.

Знакомьтесь: Ту-160, прозванный российскими летчиками «Белый лебедь». Это самый крупный в мире стратегический ракетоносец. Первый полет совершил в декабре 1981 года. Самолет известен среди прочего еще и тем, что при его строительстве используется наиболь-

шая доля титана – 26–28% от общего веса.

В 2016 году Минобороны России приняло решение начать закупки новых Ту-160. Для этого требовалось восстановить производство «лебедя», который собирали на Казанском авиационном заводе им. С.П. Горбунова (сейчас это один из филиалов компании «Туполев»).

Один из важнейших элементов конструкции Ту-160 – центральная

балка, изготовленная из титанового сплава ВТ6ч, массой около 6 т. Балка – наиболее нагруженный элемент конструкции Ту-160: к ней крепятся основные механизмы, обеспечивающие изменение стреловидности крыльев, отъемные части крыла, узлы навески шасси. Балка собирается из нескольких частей большой толщины из титановых сплавов. Чтобы минимизировать массу балки, для соединения ее частей решили использовать сварку. Получилось около 180 м сварных швов. Тип сварки выбрали на основе электронно-лучевой технологии.

«Сама эта технология всемирно известна, – рассказывает Сергей Тепаев. – Еще в 1950-х годах немецкий физик Карл-Хайнц Штайгервальд продемонстрировал использование электронного луча для получения отверстий и прецизионной обработки. В 1957 году француз Жак-Андре Стор создал первую в мире электронно-лучевую установку для сварки. Но уже на следующий год та же технология была впервые применена в СССР при совместном участии МВТУ и МЭИ.

«Выпускники МАИ есть везде, они работают во всех отраслях промышленности. Поэтому, независимо от того, куда вас занесет, просто честно выполняйте свою работу, не позорьте университет», – говорит Сергей Тепаев.



Ту-160 – самый крупный в мире стратегический ракетоносец



В 1980-х годах технологию сварки электронным лучом начали широко применять в промышленности, в том числе и авиационной – при изготовлении элементов из титановых сплавов для Ту-160».

Участок электронно-лучевой сварки на заводе в Казани включает в себя две уникальные установки: непосредственно электронно-лучевую установку ЭЛУ 24х16, предназначенную для проведения процессов сварки лучом в вакууме, и печь вакуумного отжига УВН 45-180/8,5, при помощи которой снимается остаточное напряжение после сварного процесса. «Уникальность участка электронно-лучевой сварки на Казанском авиазаводе заключается в габаритных размерах установок самой сварки и печи – их объем 1350 м³ и 850 м³ соответственно, – говорит Тепаев. – Это одна из самых крупных в мире подобных установок».

МОДЕРНИЗАЦИЯ С «ТЕХНИЧЕСКИМ АЗАРТОМ»

Для возрождения технологии электронно-лучевой сварки на Казанском авиазаводе в 2016 году были образованы рабочие группы из специалистов-технологов «Туполева», а также из Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов (ВИАМ) и компании «Электромеханика» и НИТИ «Прогресс». В их состав входил и Сергей Тепаев, назначенный к тому моменту на должность директора дирекции по техно-

логии «Туполева». Роль фирмы «Туполева» заключалась прежде всего в организации и координации работ по восстановлению участка, увязке технических заданий на модернизацию оборудования и отработку технологии изготовления в целом. «Участок электронно-лучевой сварки является для проекта по восстановлению производства самолета Ту-160 одним из ключевых, – делится Тепаев. – Для меня участие в восстановлении ЭЛУ явилось прежде всего примером слаженной работы коллективов различных предприятий: «Туполева», «Электромеханики»,



НИТИ «Прогресс», ВИАМа. Все специалисты работали с «техническим азартом», испытывая гордость от того, что удастся внести и свой вклад в столь масштабный и уникальный проект».

Процесс изготовления балки проходит в несколько этапов. Готовятся сборки балки, каждая или несколько сборок помещаются в камеру, откачивается глубокий вакуум до 10⁻⁴ мм рт. ст. При помощи электронной пушки (на ЭЛУ их две), установленной на роботе-манипуляторе, выполняется сварка. Далее оценивается качество шва (визуально и средствами неразрушающего контроля). При этом скорость сварки может достигать 36 м/ч.

Затем готовый агрегат перегружается в печь вакуумного отжига. Она – крупнейшая в отечественном авиастроении: длина рабочей зоны – более 20 м, длина установки – более 60 м. Печь обеспечивает равномерный нагрев со скоростью от 20 до 200 °С/ч. Здесь балку нагревают до 750 °С для снятия остаточного напряжения.

При восстановлении производства установку электро-лучевой сварки модернизировали. Обновлена система управления. Теперь используются две сварочные пушки вместо одной раньше. На установке смонтировали более надежную и эффективную вакуумную систему. За счет энергосберегающих технологий сократился расход электричества.



МАИ: Музыкальный, Активный, Интеллектуальный

Марина Котек

Когда маевцы разных лет выпуска шутят, что МАИ – это музыкально-спортивный институт с легким авиационным уклоном, они в общем-то говорят чистую правду. Волшебный горшочек МАИ варит секретный эликсир, питающий любые таланты наших студентов.


М

аленькая страна с гордым названием МАИ дала этому миру множество

уникальных людей: не только ученых, инженеров и управленцев, но и элиту спорта и творчества (заслуженных чемпионов, признанных мастеров, режиссеров, художников, музыкантов), людей вдохновенных, азартных и необыкновенных. Уникальная среда МАИ – вот залог становления себя в будущем. Именно здесь можно не только вовлечься в сотни клубов и команд, но и создать свои, совершенно новые. И именно здесь, начав с нуля, с абсолютно чистого листа, можно подняться до необычайных высот.



Музыкальный

В 2011 году МАИ удивил всех, явив миру студенческий оркестр. На первых порах – камерный, затем – симфонический, а нынче – неосимфонический. Руководит оркестром теперь уже выпускник института №3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика» Арсен Бадерхан.

Музыку Арсен любил с детства: научился играть на фортепиано, на гитаре и скрипке, духовых и ударных, а потом сам начал писать музыку. Свой первый музыкальный коллектив Арсен Бадерхан собрал на первом курсе МАИ и вырастил за несколько

лет из самодеятельного ансамбля настоящий симфонический оркестр. Сейчас в маевском оркестре играют не только студенты и аспиранты МАИ, но и студенты и выпускники ведущих музыкальных вузов страны.

– Я очень давно шел к идее создать в МАИ оркестр, – рассказывает молодой дирижер. – Ведь в вузе есть все ресурсы для творчества. Например, прекрасный Дворец культуры, где можно репетировать и выступать. Я занимался тем, что мне по душе, и все сложилось как будто само собой. Оказалось, что у меня



▲ Арсен Бадерхан

много единомышленников в МАИ, из маленького коллектива вырос полноценный симфонический оркестр из 50 человек.

У маевского оркестра сложился собственный неповторимый стиль. Арсен Бадерхан смело соединяет в единой программе классическую музыку, авторские композиции и современные хиты, выстраивая уникальный «музыкальный слог» оркестра МАИ.

Молодые музыканты хороши и в требовательной к исполнительскому мастерству классике: в репертуаре оркестра есть Бизе, Шостакович, Сен-Санс, Свиридов. Но не меньший восторг публики вызывают оригинальные аранжировки саундтреков «Звездных войн», «Властелина колец», «Пиратов Карибского моря».

– Думаю, что наука и музыка неразделимы. Любое техническое образование полезно тем, что ты не просто учишься считать или знать, как яблоко падает. Миропонимание меняется, и даже отношение к музыке. Музыка ведь тоже математика в какой-то степени: там и физика, и математика, и акустика – все связано. Музыка добавляет в обычную жизнь новое измерение, – говорит Арсен Бадерхан.

У маевского оркестра свой неповторимый стиль





Активный

Добровольческое движение в России с каждым годом набирает обороты, и у МАИ в этой истории много славных страниц: всесоюзные стройки, шефство над школами и детскими домами, массовые донорские кампании. МАИ – вуз неравнодушных людей.

В сентябре 2015 года в университете появился свой официальный волонтерский центр, который стал центром притяжения добрых, активных и неравнодушных людей.

У истоков центра стоял Сергей Иванов, теперь уже выпускник МАИ. Летом 2015-го счастливый случай привел студента-третьекурсника в «Сколково», где, отработав два полных дня волонтером на конференции, Сергей уверился в необходимости собственного волонтерского центра в родном университете. Инициативу поддержали и студенты, и руководство вуза, а под занавес 2016 года маевский волонтерский центр уже был признан лучшим на всероссийском уровне.

Волонтеры МАИ помогают в проведении университетских мероприятий, занимаются «техническим волонтерством», участвуя в реставрации самолето-

тов в Центральном музее ВВС России в Монино. Востребованы маевские волонтеры и при проведении технических выставок: участники со спокойным сердцем доверяют будущим инженерам свои изобретения и конструкции. Даже на грядущем чемпионате мира по футболу у МАИ свое представительство, а обучение московских волонтеров проходило в том числе на университетской площадке.

– Волонтерство позволяет погрузиться в студенческую жизнь, участвовать в интересных событиях, быть активным гражданином

своей страны, а не сторонним наблюдателем, – говорит Дарья Стрельцова, студентка института №2 МАИ. – Узнаешь много новых людей, пробуешь себя в разных видах деятельности, чтобы лучше понять себя.

Согласна с ней и Екатерина Барышова, студентка филиала «Стрела» из Жуковского:

– Стать частью волонтерского центра МАИ – это как стать частью самых активных, крутых и позитивных людей университета. Присоединиться к нему – огромная удача. Волонтерское движение сплачивает



**МАИ – вуз
неравнодушных
людей**



людей, дает опыт общения со сверстниками и незнакомыми людьми, раскрывает душевные качества человека, направляя его на поддержку и помощь другим.

Активность маевцев приносит плоды и в спорте: МАИ – известная кузница чемпионов страны, континента, мира, Олимпийских игр. Студенческий спортивный клуб МАИ был создан первым в стране, в 1945 году. С тех пор команды МАИ по гребле, баскетболу, волейболу, гандболу, регби, туризму стали

гордостью российского студенческого спорта. В новом веке появились новые виды спорта, в которых маевцы занимают лидерские позиции.

В 2008 году на факультете радиоэлектроники ЛА родилась маленькая спортивная команда – группа поддержки Jetix. Тогда еще новое слово «чирлидинг» чаще можно было встретить в голливудских молодежных комедиях, чем в перечнях спортивных дисциплин. Организовала команду студентка 2-го курса Инна Любченко, увлеченная чирлидингом и уже выступавшая в этом виде спорта. Ее бесконечная энергия притянула в команду талантливых девчонок сначала на своем факультете, а затем и со всего института. Уже в 2010 году наши

ЛЕГЕНДАРНАЯ МАЕВСКАЯ КОШКА-ИЗ-ТРЕШКИ

Знаменитая обительница третьего корпуса Московского авиационного института. Кошка-из-Трешки уже много лет живет в МАИ и является украшением нашего университета. Тотемное животное маевцев активно участвует в жизни студентов, посещает лекционные и семинарские занятия, заходит на научные конференции, соревнования и даже заглядывает в ректорат. Перед сессией у ребят есть примета: нужно обязательно погладить Кошку-из-Трешки, чтобы успешно сдать зачеты и экзамены.



девочки, ведомые такой же, как и они, студенткой, стали брать призовые места на столичных вузовских состязаниях, а затем российских и европейских кубках. В 2011 году Инна в составе московской команды стала чемпионкой мира, но это только помогало ей вести и тренировать команду из МАИ. Сейчас Jetix входит в топ-3 лучших профессиональных команд России, а буквально в середине мая девчонки победили на всероссийских студенческих соревнованиях и отобрались на чемпионат мира среди студенческих команд! А ведь все началось с обычной студенческой команды, тренировавшейся в учебных аудиториях!



Интеллектуальный

С обычной студенческой команды в МАИ начиналось много интересных историй, не стали исключением «игры разума»: «Брейн-ринг», «Что? Где? Когда?», «Своя игра».

Студенты с азартом меряются интеллектом. Каждую неделю – тренировки. Между прочим, молодой «знаток», тогда еще студент 4-го курса факультета авиационной техники Дмитрий Дробышев, несколько лет назад стал лучшим игроком клуба «Что? Где? Когда?». И сейчас в Клубе интеллектуальных игр МАИ – студенческое царство, только иногда молодежь разбавляют заезжие знатоки клуба ЧГК, к примеру Алексей Блинов, проводивший не так давно в МАИ чемпионат по своей любимой игре.

Есть в университете и шахматный клуб «Маевец». В этом году у него маленький юбилей – 10 лет. В шахматы в МАИ играли и до этого, но в 2008 году подтянуть сборную МАИ по шахматам взялся профессор кафедры теории вероятности Юрий Кан, ставший бессменным президентом свежеепеченного клуба. В клубе занимаются студенты, аспиранты и сотрудники университета, а сборная университета играет теперь только в первой и высшей лиге Московских студенческих игр. Председательствует в клубе студент 1-го факультета Никита Хорошилов, кандидат в мастера спорта.

В клубе Lambda собираются любители программирования. И ученики, и педагоги здесь – студенты-маевцы.

– В Lambda мы запустили курсы по разным тематикам: языкам

В этом году шахматному клубу «Маевец» исполняется 10 лет

программирования Python, C, машинному обучению, нейросетям, веб-разработке, – говорит руководитель клуба и студент факультета общепрофессиональной подготовки Тимур Майзенберг. – Кроме того, мы занимаемся и прикладным программированием. Это все, что касается микроконтроллеров и разного рода робототехники.

Всего за три года существования клуба его слушатели основательно прокачались в программировании. Студенты выигрывают на хакатонах, пишут приложения для крупных компаний, куда их охотно зазывают на стажировки и практики.

– МАИ изменил мой взгляд на мир, – делится Боря Цейтлин, один из основателей клуба. – Благодаря вузу я сильно изменил свой взгляд на мир, расширил кругозор и, я бы сказал, сильно повзрослел. И понял: нельзя ждать, пока возможности свалятся на тебя с неба. Их надо искать и создавать. Ищите возможности и объединяйтесь в этих поисках с единомышленниками – настоящая студенческая жизнь именно в этом.



МАИ – это идеальный сплав традиций и легендарного прошлого с юношеским максимализмом и большим будущим. И уж точно именно здесь вы поймете, что такое маевский дух и маевское братство, и найдете лучших друзей на всю жизнь.



IT-центр МАИ -

это инновационный проект для подготовки IT-специалистов и «витрина» лучших образовательных продуктов МАИ в области IT:



Магистратура

5 магистерских IT-программ с компаниями – лидерами отрасли



Обучение

Курсы дополнительного профессионального образования



Мероприятия

Мастер-классы, лекции и тренинги с участием Airbus, Avito, Сбербанк, СберТех, ФРИИ, КРОК, Deloitte, Prisma, МойСклад, Hot Wifi, Luxoft, HackerU



Помощь стартапам

Инкубатор и акселератор студенческих стартапов

Новые магистерские IT-программы

Управление процессом разработки ПО

Партнеры программы:



Управление цифровым производством

Партнеры программы:



Проектирование высоконагруженных интернет-сервисов

Партнеры программы:



Машинное обучение и управление большими данными

Партнеры программы:



Кибербезопасность инфокоммуникаций

Партнер программы:



contact

@
maiuniversity



mai.ru



Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)