

Вселенная Политеха



Человек осуществил мечту о полетах к звездам благодаря науке. Выпускники и сотрудники петербургского Политеха стояли у истоков освоения космоса. Сохраняя преемственность, сегодня университет продолжает создавать условия для новых достижений за пределами Земли.

Без политехников невозможно представить развитие ракетно-космической отрасли. Они готовили первые полеты в стратосферу и легендарный старт Юрия Гагарина, разрабатывали системы управления искусственными спутниками и создавали аппаратуру для обработки данных с орбиты.

Имена четверых представителей Политеха увековечены на карте Луны! Это основатель ракетодинамики Иван Мещерский, пионер теории космических полетов Николай Рынин, автор оптимальной траектории пути к Луне Юрий Кондратюк и создатель ракетных двигателей Семен Косберг. А свое известное на весь мир восклицание «Поехали!» первый космонавт перенял у летчика-испытателя и тоже политехника Марка Галлая.

Сегодня подразделения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого осуществляют разработки передовых технологий, материалов и оборудования для дальнейшего покорения внеземного пространства. Накануне Дня космонавтики и 65-летия гагаринского полета рассказываем о прорывных исследованиях СПбПУ в сфере, с которой по-прежнему связаны самые амбициозные мечты человечества.

Отряд «кубсатов»

В январе 2026 года Институт электроники и телекоммуникаций СПбПУ совместно с ООО «Специальный технологический центр» запустили с космодрома Восточный наноспутник стандарта кубсат формата 16U. Он стал уже шестым в группировке малых космических аппаратов Политеха под названием «Политех Юниверс».

Этот отряд кубсатов — часть масштабного научно-образовательного проекта Space-p, стартовавшего в 2021 году в рамках федеральной программы «Дежурный по планете». Его организаторами выступили СПбПУ Петра Великого, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и АО «Роскосмос».

Проект уникален тем, что он позволяет студентам, аспирантам и даже школьникам принять участие в создании малых космических аппаратов на отечественной цифровой платформе и реализации экспериментов на орбите. К этому процессу

подключились уже более 60 вузов и свыше 20 предприятий со всей страны. Каждый год поступает более полутора тысяч заявок от учеников школ.

Политехнический университет участвует в организации проекта Space-p, создании спутников серии «Политех Юниверс» и обработке полезной информации из космоса.

Малые космические аппараты содержат все главные блоки стандартных спутников:

основная платформа, полезная нагрузка и бортовой компьютер. Можно провести аналогию с современными телефонами, которые выполняют функции маленьких компьютеров. Полезная нагрузка спутников весьма разнообразна. С их помощью выполняются исследования в области дистанционного зондирования Земли, обработки видеоизображений, телекоммуникационных систем межспутниковой связи и связи с Землей, систем интернета вещей, а также различных вариаций двигателей аппаратов, включая ионные.

Сергей Макаров научный руководитель проекта Space-p, профессор Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ

Работающие на орбите спутники непрерывно передают полезную информацию, с которой работают юные участники проекта. Полученные результаты представляют интерес не только для образования, но и для «большой» науки и технологий. Например, «кубики» Политеха измеряют уровень электромагнитного поля на поверхности Земли, а это важно для развития медицины и биологии. При помощи аппарата «Политех Юниверс-6» изучаются уровни магнитных бурь, от которых зависит самочувствие многих людей.

«Жизненный цикл» наноспутника составляет от четырех до шести лет. При этом каждый следующий аппарат Политеха становится мощнее и надежнее. Так, «Политех Юниверс-6» в четыре раза больше, чем второй кубсат группировки. В 2026-м СПбПУ планирует совместно с Самарским государственным аэрокосмическим университетом запустить два аппарата, на которых будет испытываться совершенно новая система высокоскоростной системы межспутниковой связи.

Space-p изначально был рассчитан на период 2021–2025 годов. За это время запустили более 60 спутников. Но проект показал себя столь успешно, что его продлили еще на одну пятилетку. По мнению Сергея Макарова, есть надежда увеличить группировку космических аппаратов до 150.

— Проект можно развивать по нескольким направлениям, — отмечает его научный руководитель. — Во-первых, это международная составляющая. Подписаны документы о создании совместно с КНР объединенной системы работы с космическими аппаратами при участии студентов и школьников двух стран. В Российско-Армянском университете в 2026 году планируется открыть международный наземный центр космической связи «Политех — РАУ». Во-вторых, это развитие сети наземных станций для приема сигналов с космических аппаратов для студентов и школьников. И третье направление — разработка сети спутников для организации работы интернета вещей, цифрового ТВ и радиосвязи.

Историческая Задача

Покорение космоса на каждом этапе ставит перед наукой сложнейшие задачи. В XXI веке одним из главных вызовов стало создание многоразовой первой ступени ракеты. Когда она отделяется и падает, разбиваясь на обломки, запуски обходятся дороже. Если же ступень возвращается в целостности, это позволяет экономить ресурсы и сокращать время между запусками.

Многоразовое использование первой ступени практикует компания Илона Маска. В России такой технологии пока нет, но есть все условия для ее появления в ближайшем будущем, считают в Политехе.

Еще в 2012 году Федеральное космическое агентство выдало Санкт-Петербургскому политехническому университету лицензию на осуществление космической деятельности для проведения исследований и расчетов аэродинамических характеристик, тепловых, механических и акустических нагрузок, а также напряженно-деформированного состояния перспективных возвращаемых аппаратов на различных скоростях полета.

Когда гигантский объект движется с огромной скоростью, очень важен точный расчет всех процессов. Надо учесть форму сложного объекта со всеми геометрическими особенностями, скорость движения, свойства воздушной среды и еще сотни параметров.

С 2008-го по 2015 год Инжиниринговый центр СПбПУ выполнил системную работу по валидации многочисленных результатов численного моделирования для ракетного блока аварийного спасения возвращаемого аппарата. При этом использовались экспериментальные данные, полученные в рамках космической программы под руководством Сергея Королева.

Валидация — это сравнение полученных численных результатов с экспериментальными.

Модель должна показывать хорошее соответствие экспериментальным результатам для определенного класса задач, определенных сечений, углов атаки, скоростей и так далее — модель должна быть адекватной физико-механическим процессам и конструкции. Это профессиональный и единственный способ решения вопроса о том, почему мы должны верить расчетам, поскольку мнения экспертов могут не совпадать. Если компьютерные модели валидированы, они становятся основой для проектирования.

Алексей Боровков директор ПИШ «Цифровой инжиниринг» СПбПУ

Произвести сложнейшие расчеты способен не каждый вуз — даже из числа профильных. В Политехе для этого сформирована современная научно-технологическая база. Его суперкомпьютерный центр — самый мощный среди университетов, подведомственных Минобрнауки России. Если раньше решение 50 миллионов уравнений считалось фантастикой, то сегодня в СПбПУ для многих сложных задач решают миллиарды уравнений! В системной работе также используется созданная Политехом передовая технология цифровых двойников изделий.

Все это сформировало задел, позволяющий перейти к верификации и валидации моделей и расчетов для многократного использования ступени ракеты. На повестке дня актуальная задача — математическое и суперкомпьютерное моделирование аэродинамических тепловых характеристик решетчатых рулей многоразовой первой ступени ракеты-носителя на участках управляемого спуска и торможения для различных режимов обтекания, углов атаки и с учетом интерференции с прилегающими поверхностями.

Проще говоря, ступень должна занять правильное положение над посадочной платформой, «прицелиться» и сесть точно на нее. Для того чтобы промоделировать весь процесс, надо исследовать множество вариантов. Верификация и валидация позволят получить правильные решения, отвечающие всем фундаментальным законам. А это позволит впервые создать и эффективно применять российские многоразовые ступени и осуществлять многоразовые запуски.

— Для развития космической деятельности в России решение этой исторической задачи государственного значения станет событием, сопоставимым с полетом Гагарина. При этом, естественно, необходимо использовать наработки советских ученых, в том числе политехников, — уверен Алексей Боровков.

Напечатать двигатель

Драйвером развития космической науки стали современные технологии, о которых ее основоположники могли только мечтать. К ним относится 3D-печать.

В 2017 году под руководством директора Института машиностроения, материалов и транспорта СПбПУ Анатолия Поповича была разработана технология печати из жаропрочной бронзы внутренней оболочки камеры сгорания ракетного двигателя. А сейчас в Политехе создают технологию мультиматериальной печати камеры сгорания при поддержке федеральной программы «Приоритет 2030».

Применение аддитивных технологий в изготовлении элементов космических аппаратов и двигателей позволяет решать сразу несколько важных инженерных задач.

Во-первых, упрощается изготовление деталей сложной геометрии, таких как корпуса, камеры сгорания, форсунки и охлаждаемые сопла. 3D-печать позволяет создавать их как единое целое, что повышает прочность конструкции и уменьшает ее массу. Кроме того, за счет оптимизации формы и топологического проектирования можно снизить массу двигателей без потери прочности. Также аддитивные технологии дают возможность разрабатывать новые, более эффективные конструкции охлаждения и топливных систем.

Евгений Борисов доцент НОЦ «Конструкционные и функциональные материалы» СПбПУ

На изготовление оболочки камеры сгорания ракетного двигателя обычным способом требуются большое количество оборудования, а также месяцы работы и значительные затраты. При использовании 3D-печати процесс упрощается и сокращается до недель. А для внесения изменений в конструкцию зачастую достаточно скорректировать цифровую модель детали, после чего можно практически сразу начать производство. Это большой плюс для космической отрасли, где создаются уникальные и мелкосерийные изделия.

Разрабатываемая технология мультиматериальной металлической печати позволяет создавать деталь сразу из нескольких материалов в рамках одного производственного цикла. При этом размер каждой зоны может составлять от одного миллиметра. Плавный переход между различными материалами уменьшает риск появления дефектов. Технология делает возможным объединение материалов, которые обычно плохо свариваются друг с другом, например алюминия и стали. Это открывает новые возможности для производства изделий с уникальными, порой даже противоположными характеристиками вроде высокой твердости и пластичности.

Для примера в Политехе создали прототип компактной камеры сгорания. Ее внутренняя часть выполнена из жаропрочной бронзы, а внешняя оболочка — из никелевого сплава. Между ними размещена сетчатая структура, которая обеспечивает эффективный теплоотвод.

В разработке технологии, которая позволит еще больше сократить время производства изделий космического назначения, участвуют не только сотрудники университета, но и студенты и аспиранты.

Спутникнавязи

Вернемся к отряду кубсатов: для этих малых космических аппаратов в СПбПУ разрабатывают высокоскоростной модем для передачи данных со скоростью до 1 Гбит/с. Проект также реализуется в рамках программы «Приоритет 2030».

1 Гбит/с — скорость передачи данных в канале космос — Земля, к которой стремятся политехники, разрабатывая модем.

Для большинства спутниковых платформ формата кубсат максимальная скорость передачи данных на Землю не превышает 100–300 мегабит в секунду.

Опыт эксплуатации спутниковой группировки «Политех Юниверс» показывает необходимость существенного увеличения этого показателя, поскольку длительность сеанса связи со спутником не превышает десяти минут, а объем накопленных данных составляет десятки и сотни гигабайт. Повышение скорости передачи в канале космос — Земля будет способствовать более оперативному получению полезных данных от спутников и увеличит эффективность работы многоспутниковой группировки.

Сергей Завьялов доцент Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ

Модем, над которым работают в Политехе, также предоставит сервис синхронизации времени. Это особенно важно для высокоточной навигации, например по Северному морскому пути. Пользоваться устройством смогут компании, выполняющие запуски кубсатов для дистанционного зондирования Земли, научных исследований и других целей.

На каждом этапе в разработку вовлечены как сотрудники СПбПУ, так и студенты и аспиранты. В 2026 году команда проекта планирует реализовать аппаратную платформу высокоскоростного модема и провести лабораторные испытания. А к концу 2027-го устройство испытают непосредственно на борту спутников Политеха.

Ракета для школы

Именно в Политехе еще в 1909 году заложили основы отечественного авиастроения — открыли первые в России курсы авиации и воздухоплавания. С тех пор университет сохраняет и укрепляет свои позиции в этом направлении образования. Сегодня Высшая школа прикладной физики и космических технологий СПбПУ является одним из ведущих центров подготовки кадров по программе «Космические и наземные радиотехнические системы».

При этом в вузе создана уникальная среда, объединяющая образование, науку и реальный сектор экономики.

Образовательный процесс неразрывно связан с актуальными запросами космонавтики — в частности, в области создания и эксплуатации малых космических аппаратов.

Ключевым партнером в этом направлении выступает ООО «Специальный технологический центр». Первокурсники осваивают дисциплину «Введение в космические радиотехнические системы»: лекции перемежаются с выездами на производственную площадку для сборки и тестирования аппаратов. Студенты магистратуры участвуют в работе центра управления полетами МКА компании «СТЦ», что позволяет решать реальные задачи обработки сигналов и данных.

Александр Гельгор директор Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ

Научно-исследовательская деятельность студентов и аспирантов охватывает широкий круг актуальных задач спутниковой связи и навигации. Результаты этих исследований формируют задел для выпускных работ и кандидатских диссертаций, а полученные компетенции находят применение в стратегических проектах вуза.

В сентябре 2026 года стартует уникальный курс ракетомоделирования для школьников, разработанный в Политехе при поддержке программы «Приоритет 2030». Он позволит ученикам с нуля спроектировать, построить и испытать небольшую гидropневматическую ракету прямо на школьном стадионе. Благодаря университету космос становится максимально доступным для будущих Королёвых и Гагариных.

«Космос—это мы!»—поправу говорят в Политехе.

Источник: [REDACTED]