

НАУКА И ОБЩЕСТВО

Некоторые подростки вместо того, чтобы зависать в соцсетях, читают книги по высшей математике, программированию, генетике и квантовой физике. Потенциал у ребят огромный!





Курчатовцы

В «Сириусе»

В Курчатовском институте всегда придавали большое значение подготовке кадров

В последнее десятилетие эта деятельность постоянно набирала обороты. Итогом всех усилий руководства НИЦ «Курчатовский институт» стало создание действительно мощной образовательной базы. Это 27 базовых кафедр в МГУ, СПбГУ, МИФИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИРЭА, уникальный факультет конвергентных НБИКС-технологий в МФТИ. В лабораториях Курчатовского института одновременно проводят исследования около 500 студентов и порядка 300 аспирантов. Кроме этого научные кадры здесь выращивают начиная уже со средней школы. Пять лет назад совместно с департаментом образования правительства Москвы был запущен «Курчатовский проект» непрерывного междисциплинарного образования. Начался он на базе школы № 2030, а сегодня в этом проекте участвуют уже 37 московских школ.

Еще одним шагом в этом направлении стало сотрудничество НИЦ «Курчатовский институт» с образовательным центром для одаренных детей «Сириус». Он был создан в 2015 г. образовательным фондом «Талант и успех» и выдающимися российскими деятелями науки, спорта и искусства по инициативе президента РФ В.В. Путина на базе олимпийской инфраструктуры Сочи. Центр открылся в начале лета прошлого года, и Курчатовский институт стал одним из первых участников и партнеров этого проекта. Сотрудники Курчатовского института открыли в главном корпусе центра «Сириус» выставку «От атомного проекта к конвергенции». В течение двух месяцев перед участ-



Сотрудники Курчатовского комплекса НБИКС-технологий, участники проектной смены «Сириус»: В.В. Зинченко, В.Л. Ушаков, Л.И. Скитева, Д.Г. Малахов, С.И. Карташов

никами естественно-научной смены, а затем и юными спортсменами, музыкантами, с лекциями и практическими занятиями выступали молодые ученые-курчатовцы. Они рассказывали ребятам о ядерных источниках энергии и биоэнергетике, регенеративной медицине, исследованиях на курчатовском синхротронном и нейтронном источниках, последних достижениях нейрокognитивных технологий и генетики. Благодаря этому приехавшие в «Сириус» школьники из самых разных городов нашей страны смогли узнать обо всем разнообразии междисциплинарных исследований Курчатовского института, его уникальной экспериментальной базе, пообщаться с молодыми сотрудниками института, узнать из первых рук об их пути в науку, перспективах их научной карьеры. Помимо этого, лекции ребятам читали и маститые ученые института, признанные авторитеты в своих научных сферах. Неоднократно с лекциями перед школьниками выступал президент НИЦ «Курчатовский институт» М.В. Ковальчук, декан НБИКС-факультета МФТИ П.К. Кашкаров.

В этом году сотрудничество НИЦ «Курчатовский институт» и центра «Сириус» продолжилось. Институт курировал одно из направлений проектной смены и принимал участие в организации выставки — полигона научных проектов. О том, насколько успешно шли работа и общение с талантливыми детьми, рассказал кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Курчатовского комплекса НБИКС-технологий **Вадим Леонидович Ушаков**.

— В древние времена человечество обожествляло Сириус, считало его «мудрейшей из звезд». И это естественно: на нашем небосклоне эта звезда — самая яркая. Сегодня мы знаем, что она еще и одна

из самых близких к Земле: свет от нее доходит до нас всего за каких-то восемь с небольшим лет. По астрономическим меркам — почти мгновенно. Поэтому решение назвать главный российский образовательный центр для юных талантов в честь этой звезды выглядит красиво и логично.

На смену, а это 24 дня, из самых разных регионов России приезжают около 600 детей в возрасте от десяти до 17 лет, проявивших себя в науке, искусстве или спорте. Их сопровождают более 100 преподавателей и тренеров. Обучение идет бесплатно, проводят его ведущие педагоги физико-математических, химико-биологических, спортивных школ, выдающиеся деятели российского искусства: художники, танцоры, музыканты и т.д.

В июле в «Сириусе» впервые организовали специальную смену для «наукоемких» детей. Отбрали 400 учащихся из восьмых-десятых классов, победителей всевозможных олимпиад, конкурсов, соревнований самых разных масштабов: от городских до мировых. Мы с коллегами просто поражаемся уровню их подготовки! Многие владеют языками программирования, такими как C++, навыками работы с различными

Работа шла по принципам, очень похожим на те, по которым работает наш Курчатовский комплекс НБИКС-технологий. Вы изучаете в живой природе взаимодействие нейронов, каким образом мозг формирует и использует связи между ними, и пытаетесь это перенести в робототехнику, чтобы создать искусственный интеллект. Примерно так же были подобраны проекты «Сириуса» по нашему направлению. Все они логически связаны.

аппаратно-программными средствами для построения систем автоматики и робототехники, как, например, *Arduino*, системами автоматизированного проектирования и *3D*-моделирования. Они знают так много важных и серьезных вещей, которые даже для студентов пятого курса не всегда доступны. На вопрос, зачем они это изучают, ведь в школе этого не требуют, отвечают, что стало интересно, попросили преподавателя рассказать, позанимались — получилось, тогда продолжили. И это же подростки! Вместо того чтобы зависать в соцсетях, читают книги по высшей математике, программированию, генетике и квантовой физике. Потенциал у ребят огромный.

Но если есть потенциал, его обязательно нужно употреблять в дело. Вы можете гениально писать работы по теоретической физике, но без приложения к конкретным вещам ваши знания провисают и оказываются никому не нужными. Поэтому мы постарались организовать работу так, чтобы дети получали от своих умений конкретный, осязаемый выход. Вся проектная смена была поделена на семь направлений:

- приспособливаем космос для жизни человека;
- конструируем доступный электромобиль для МЧС;
- создаем умную среду обитания;
- контролируем среду обитания;
- делаем жизнь человека безопасной;
- извлекаем пользу из больших данных;
- совершенствуем человека и конструируем функциональную замену человека.

НИЦ «Курчатовский институт» курировал последнее в списке направление. Конкурс был — несколько человек на место. Отбирали из 400 школьников. Все они — победители олимпиад, призеры, медалисты, лауреаты. В первую очередь обращали внимание на самые значимые олимпиады — международные и всероссийские, потом прошлись по дальним городам, чтобы не одна только Москва участвовала. Вместе с методистом нашего направления инженером-исследователем Курчатовского комплекса НБИКС-технологий С.И. Карташовым отобрали 90 ребят — по десять человек на девять проектов:

- «Реконструкция нейронных сетей мозга»;
- «Функциональная замена органов слуха на основе волоконно-оптического микрофона»;
- «Даем человеку новые чувства»;
- «Нейроинтерфейс "глаз — мозг — компьютер"»;
- «Робот "Старший брат"»;
- «Робот "Помощник"»;
- «Киберводитель»;
- проект «ОСКАР»;
- «Автоматическая парковка».

Работа шла по принципам, очень похожим на те, по которым работает наш Курчатовский комплекс НБИКС-технологий: вы изучаете в живой природе взаимодействие нейронов, каким образом мозг формирует и использует связи между ними, и пытаетесь это перенести в робототехнику, чтобы создать искусственный интеллект. Примерно так же были подобраны проекты «Сириуса» по нашему направлению. Все они логически связаны: от изучения фундаментальных основ работы головного мозга тематика плавно переходит в программирование управления различными механическими объектами с помощью нейроинтерфейсов, а затем и в создание иерархических систем управления роботизированными устройствами, перенесение в робототехнику отдельных элементов системы искусственного интеллекта, применение автоматических роботизированных механизмов с многокомпонентными сенсорными входами в контроле работы промышленных объектов. Выполнение

Многие дети в «Сириусе» владеют языками программирования, такими как *C++*, навыками автоматизированного проектирования и *3D*-моделирования

проектов курировали специалисты из НИЦ «Курчатовский институт», НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАН, Университета ИТМО (Санкт-Петербург), Университета «Дубна», ПАО «РусГидро», ООО «КиберТех Лабс».

Чувство шестое с половиной

Проект «Реконструкция нейронных сетей мозга» был направлен на исследование фундаментальных принципов работы головного мозга. Новизна заключалась в особом интересе к морфологии и послойному распределению астроцитов и нейронов, которые преимущественно вовлекаются в формирование памяти. Кроме того, в ходе выполнения проекта проводилась разработка нового метода исследования когнитивной архитектуры — трехмерная реконструкция целого мозга мыши для последующей оценки активности каждого нейрона с помощью молекулярного картирования в объеме целого мозга. Данное направление интенсивно развивается в Курчатовском комплексе НБИКС-технологий в отделе нейронаук, и его сотрудники О.И. Ефимова, А.В. Короткова и В.С. Солодовников возглавили выполнение проекта.

Ребята сами «красили» срезы мозга, анализировали, какие нейроны активны, какие — пассивны. Школьники ставили эксперименты, вычисляли, какие клетки активируются в том или ином когнитивном процессе, в каком эпизоде деятельности задействованы. Эта работа была тесно связана с пониманием основ нейробиологии. Но в экспериментах участвовали победители олимпиад по физике, математике, химии. Они понимают, что науки взаимосвязаны, что физические или математические знания можно и нужно применять и в биологии. Но при этом надо, чтобы и в биологии был

какой-то бэкграунд. Для этого в каждом проекте были организованы вводные лекции по тематикам проектов, и способные дети быстро улавливали научные основы каждого направления.

Зная нейрофизиологические принципы работы головного мозга, можно разработать устройства для расширения сенсорного восприятия окружающего мира людьми — создать протезы для улучшения слуха. Этим занимались участники проекта «Функциональная замена органов слуха на основе амплитудного волоконно-оптического микрофона». Школьники сами сделали в *3D Max* и распечатали на *3D*-принтере макет ушной раковины. Среди моих студентов таких единицы, а школьники взяли и сделали! Дальше — программирование микроконтроллеров, создание микрофона на основе оптоволокон, сборка платы контроллера, оптика, а в итоге — настоящая модель функциональной замены уха. И все это за 24 дня смены!

Проект «Даем человеку новые чувства» был направлен на создание технологии вывода информации, в основе которой лежат свойства нейропластичности, сенсорного замещения и сенсibilизации.

Нейропластичность — свойство человеческого мозга изменяться под действием опыта и восстанавливать утраченные связи после повреждения — была открыта относительно недавно. Раньше считалось, что мозг формируется в детстве и дальше остается неизменным, может только разрушаться. Помните расхожую фразу «Нервные



Технологии управления инвалидной коляской силой мысли, разработанные компанией Toyota



Умное многофункциональное кресло для людей с ограниченными возможностями, созданное в проектной смене «Сириус»

клетки не восстанавливаются? Сегодня нейропластичность активно используется в реабилитационной медицине для компенсации сенсорных нарушений. Но технология может быть использована и для расширения сенсорного диапазона нашего восприятия. Участники разрабатывали программно-аппаратный комплекс, включающий в себя носимое устройство, программное обеспечение и методику обучения пользователей.

Идея такая: вам на руку вешается браслет с датчиками, на который можно передавать любую информацию: ситуацию на бирже, прогноз погоды или силу сигнала *Wi-Fi*. Например, вы идете, у вас завибрировал браслет — значит, в этом месте хороший *Wi-Fi* — и у вас появляется новое ощущение зон с хорошим сигналом *Wi-Fi*. Это пока игрушка, но она может быть и полезной — такому браслету можно придать много других функций.

Только глазом моргни

Особой популярностью пользовался проект «Интерфейс "глаз — мозг — компьютер"», основанный на разработке управляемого взглядом и электроэнцефалограммой мозга умного многофункционального кресла для людей с ограниченными возможностями, чтобы они взглядом, словом и мыслью могли управлять его движением, набирать текст, вызывать скорую помощь и т.д. Данное направление развивается в НИЦ «Курчатовский институт» в отделе нейрокогнитивных технологий, тем не менее руководство проектом и его выполнение —

сугубо заслуга сотрудников группы нейровизуализации В.В. Зинченко, С.И. Карташова, Д.Г. Малахова, Л.И. Скитевой и М.Г. Шараева.

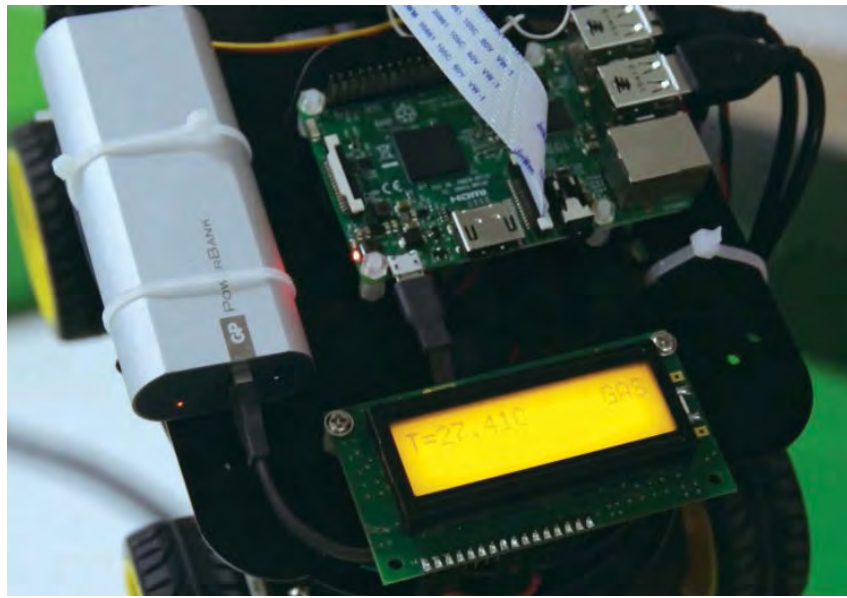
Школьники, как и в других проектах, разделились на команды, одни занимались программированием, другие — пайкой, третьи — материальной частью: корпусом, колесами, электроприводом для кресла-коляски. Ее с нуля выпилили, собрали, поставили айтрекер для отслеживания направления взгляда человека. Человек «калибрует» взгляд на неподвижных ориентировочных точках и дальше только с его помощью может выбирать, скажем, направление движения. Можно настроить коляску так, чтобы команды набирались на клавиатуре или отдавались голосом. И это не какой-то конструктор, который требуется просто собрать. Наши школьники за 24 дня самостоятельно выпилили, спаяли, собрали, написали программное обеспечение, настроили и обкатали совершенно фантастическое кресло. Обездвиженный человек с его помощью выходит не просто на новый качественный уровень жизни, он именно начинает новую жизнь. И это не концепт и не мечта, а реальная вещь! Конечно, педагоги помогали: разбирали программы, подсказывали, работали с данными.

Любой желающий в конце смены мог сесть в готовую коляску и, управляя взглядом, ехать в любом направлении.

Хочется, чтобы у нашего умного кресла было продолжение. Есть планы получить грант на его доработку и внедрение. Кроме практической пользы полезно показать детям, что сплоченной одной идеей командой возможно с нуля сделать очень многое.

Сто законов робототехники

Следующий цикл проектов был связан с робототехникой. Школьники собирали реально действующих роботов. Проект «Робот "Старший брат"» — это, по сути, блочный конструктор-трансформер. У него есть «глаза», которыми он следит за человеком и за другими роботами. Это, конечно, не зрение в привычном смысле, а его технический вариант, когда происходят локализация и навигация роботов в рабочем пространстве, определение предметов для захвата или ориентации. Робот может поддерживать беседу. Спросите его, допустим, как зовут президента Российской Федерации, он ответит правильно. Но не потому, что ответ заложен программистами, и даже не потому, что он «думает» или «помнит». Робот анализирует речь, посылает информацию в систему распознавания голоса в компьютер, связанный с интернетом (технология *Yandex Speechkit*), там формируется ответ, возвращается к нему и он отвечает. Сама идея красивая: вы не перегружаете машину, не закладываете в нее базу «все обо всем», а используете



Робот ОСКАР на испытательном стенде, испытание проводит сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» В.С. Круткин



Всемирную паутину. Голосом подаем команды: «Возьми», «Дай», «Принеси», робот выполняет. Мало того, он еще и управляет «Младшим братом», «Помощником». Это уже целая иерархия.

Разработка иерархического интерфейса «человек — робот "Старший брат" — робот "Помощник"» позволила создать роботизированную систему, помогающую, например, учителю контролировать состояние маркерной доски. Преподавателю стоит только приказать: «Сотри с доски», и «Старший брат» улавливает приказ и активирует маленького специализированного помощника, который при поддержке магнитов ездит по доске и стирает с нее следы маркера. Был создан и робот «Помощник» для уборки пола. В проекте затрагивалась значительная часть теории автоматического управле-

Проект «Даем человеку новые чувства» был направлен на создание технологии вывода информации, в основе которой лежат свойства нейропластичности — способности человеческого мозга изменяться под действием опыта и восстанавливать утраченные связи после повреждения

ния, были сконструированы платформы для различных типов движения и три двухстепенных манипулятора для движения глаз и рук робота. И все это тоже за 24 дня.

Еще один оригинальный инженерный проект — тоже наш, курчатовский — «Киберводитель», выполненный под руководством сотрудников лаборатории робототехники Курчатовского комплекса НБИКС-технологий П.С. Сорокоумова и Д.В. Рудова. Из готовых компонентов с некоторой модификацией были собраны робот-манипулятор, модель автомобиля с видеокамерой и универсальный роботизированный комплекс, моделирующий управление машиной. Траектория движения автомобиля выбирается роботом с учетом препятствий, дорожных знаков и разметки, определяемых при помощи той же системы технического зрения. Возможна модернизация манипулятора для управления разными типами транспортных средств: автомобилем, трактором, грузовиком, автобусом или такси. В перспективе планируется усилить биоподобие системы, применять для манипулирования и обработки изображений методы, подобные природным системам. Такой робот-манипулятор можно научить управлять и самолетом, и поездом, и даже подводной лодкой. Парковочный робот

«Старший брат» помогает припарковать автомобиль. Только представьте: вы приехали, скажем, в театр, выходите из машины и даете команду стационарному «Старшему брату — автопарковщику». Он подключается к вашей машине и, управляя ею, доводит до ближайшего свободного места. Все компоненты напечатаны на 3D-принтере, даже сервомотор ребята сами собирали. Если эти проекты объединить, можно просто творить чудеса.

Мне снизу видно все

В проекте «ОСКАР» была поставлена задача мониторинга состояния оборудования объектов малой гидроэнергетики, ассистентом проекта был сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» В.С. Круткин. Команда должна была разработать и собрать

действующую модель робота ОСКАР (аббревиатура от «Оперативно-служебный комплекс по анализу режима»). — Примеч. ред.), способного частично заменить работника оперативной службы гидроэлектростанции, и тестовый стенд с реализацией основных критических узлов на объектах гидроэнергетики. Здесь дети работали с «Автокадом», программировали, монтировали, ставили датчики. И сделали робота, который следит за сложными агрегатами. Он не спит, не ест, а кругло-

суточно объезжает по заданной территории подконтрольную территорию, ищет отклонения от нормы. Если обнаруживает, скажем, повышение температуры, то дает сигнал оператору, где неполадка. Такой робот может ездить по технологическим станциям, отслеживать влажность, температуру, контролировать, нет ли протечки масла, насколько все агрегаты хорошо работают. Если что-то не так, сразу подает сигнал SOS.

Нашли? Не потерять!

Кроме практической части во время смены была возможность посетить и общие лекции, и специализированные по направлениям. Идея — дать детям возможность более широко взглянуть на науки. Если они выбрали нейробиологию или что-то, связанное с робототехникой, это можно связать и с генетикой, и с медициной, и даже с астрофизикой — там есть не менее интересные проблемы. Руководители проектной смены «Сириуса» хотели дать слушателям представление о различных направлениях в науке. Для этого они пригласили хороших спикеров, чтобы дети слушали людей, которые живут наукой. Параллельно были организованы выставки-полигоны с демонстрацией работы уникальных технических систем. Некоторые

экспонаты полигона были сделаны сотрудниками КК НБИКС-НИЦ «Курчатовский институт»: видеоматериалы по современным неинвазивным исследованиям функционирования головного мозга человека с помощью полифункциональных синхронизированных методов нейровизуализации, таких как магнитно-резонансная томография, электроэнцефалография, айтрекер и экспонат «Коснуться взглядом: игровая демонстрация новых технологий человеко-машинного взаимодействия».

Спасибо нашим ученым за то, что они общались со школьниками на равных. А ведь это даже не студенты, не выпускники школ с медалями, это дети, которые еще и физику не до конца изучили, — напомним, что среди участников были ученики в основном с восьмого по десятый классов. Доктора или кандидаты наук, даже академики на пальцах объясняли детям сложные научные концепции. Кто-то из ребят благодаря самообразованию задавал серьезные вопросы, кто-то знал меньше, но все интересовались и ответственно подходили к общему делу. В конце смены дети сами выступали в роли спикеров, защищая свои научные проекты на итоговых конференциях: делали презентацию проектов, отвечали на вопросы экспертов и других участников проектной смены.

Возникли крепкие межгрупповые связи, на научные лекции приходили и музыканты, и художники, и спортсмены. Ребята сдружились, думаю, они продолжат общаться и за пределами центра «Сириус», несмотря на огромную географию участников: кроме Москвы и Санкт-Петербурга — Курская, Калининградская, Ростовская, Свердловская, Нижегородская, Ульяновская, Красноярская, Пензенская, Кемеровская области, Тыва, Забайкальский край, Ингушетия, Северная Осетия и др.

Не только дети, но и ученые были счастливы прожить смену в образовательном центре. Оборудование и оснащение — на высшем уровне. Приходишь работать — все уже подготовлено, необходимое оборудование и материалы заказаны, куплены, установлены. Особая благодарность за это руководителям лабораторий, одну из которых по направлению «схемотехника и микроэлектроника» возглавил инженер-исследователь Курчатовского комплекса НБИКС-технологий Д.Г. Малахов.

Нашу смену посетила делегация во главе с В.В. Путиным, который высоко оценил успехи «Сириуса». Все проекты по нашему направлению были заслуженно отмечены дипломами, в том числе проекты от НИЦ «Курчатовский институт»: наше умное многофункциональное кресло стало победителем смены в номинации «Самый перспективный проект в области нано-, био-, инфо-, когно- и социотехнологий», «Киберводитель» победил в номинации «Самый оригинальный инженерный проект в области робототехники и беспилотного автомобилестроения», а «Реконструкция нейронных сетей



Ведущий научный сотрудник КК НБИКС-НИЦ «Курчатовский институт» В.Л. Ушаков

мозга» — в номинации «Самый наукоемкий проект в области исследования мозга». По каждому проекту сняли фильм, чтобы результат увидели за пределами центра. Ведь это очень важно — «забросить» такой научный «невод», который даже в самом далеком селе сможет «выловить» мальчишку или девочку, которыми потом будет гордиться страна.

Вопрос — как теперь не потерять, не упустить уникальных детей, которые прошли через смену. Есть идея пригласить их после окончания школы в МФТИ на наш курчатовский НБИКС-факультет, предложив им дополнительные баллы для поступления. Еще есть задумка создать реестр одаренных детей России — в этом наше настоящее богатство и наше будущее! ■

Подготовил Валерий Чумаков

СПРАВКА

Вадим Леонидович Ушаков

- Ведущий научный сотрудник Курчатовского комплекса НБИКС-технологий НИЦ «Курчатовский институт», кандидат биологических наук, доцент.
- Область научных интересов: нейробиология, молекулярная биология, когнитивные функции.