



Олимпиада
Национальной
технологической инициативы

Карточка профиля

2018/19 учебный год

Автономные транспортные системы

Карточка профиля	1
1. Общая информация	2
2. Связь профиля с технологическими вызовами и заказами	2
3. Практика будущего	3
4. Задача заключительного этапа	4
5. Первый и второй отборочные этапы	8
6. Подготовка к финалу	9

1. Общая информация

Профиль проводится с 2016 года.

За 2017/18 было проведено 5 хакатонов: в Москве, Екатеринбурге, Мурманске, а также по методикам на базе площадок подготовки в регионах. Развита сеть методических площадок и площадок по подготовке ([http://nti-contest.ru/places to prepare/](http://nti-contest.ru/places_to_prepare/)), обеспечена поддержка инфоресурсами и методическими материалами.

Научный руководитель профиля - Pablo Emilio Iturralde Baquero, Московский Политех, декан Транспортного факультета, +7-999-848-07-15, iturralde.p@gmail.com

Главный методист - Кузьмина Ирина, Московский Политех, менеджер проектов Центра образовательных технологий инженерной школы (факультета), +7 961 039-15-44, irinekuzmina@gmail.com

Координатор профиля - Курапина Елизавета Михайловна, Московский Политех, специалист по УМР, Инженерная школа (факультет), +7 916 599-86-78, liza.kurapina@gmail.com

Координатор по работе с площадками подготовки - Курапина Елизавета Михайловна, Чертков Алексей

2. Связь профиля с технологическими вызовами и заказами

Область технологий и индустрия, к которой относится данный профиль:

Беспилотный транспорт / логистические системы; сенсорика и компоненты робототехники

Рынки или сквозные технологии НТИ, к которым относится данный профиль:

Autonet, Aeronet

Технологические барьеры НТИ, которые легли в основу задания данного профиля:

- Мониторинг городской среды с помощью БПЛА
- средства идентификации и опроса БПЛА, сокращение времени пути и управление приоритизацией в экстренных сценариях с учетом

транспортной загрузки дорог с помощью телекоммуникационных средств

- (Военное применение) построение карты и системы навигации для неосвоенных территорий
- (Crush бокс и нормализация ускорения при сбросе груза на коптере): адаптация стратегического транспорта для перевозки людей

Пример технологического заказа по теме, к которой относится задание профиля:

Обеспечение бесперебойности логистических перевозок к портам внутри и на прилегающих территориях городов Северного морского пути

3. Практика будущего

Задача суперфинала: доработка автономной транспортной системы финала через конструктивные элементы и средства ориентации с минимальным участием человека при решении комплексной логистической задачи.

Дано: □

В оба транспортных средства предзагружена информация о максимальном графе дорог в городе и расположении стратегических объектов на нем.

-ГОРОДСКАЯ ЧАСТЬ: размеченный полигон со множеством перекрестков и зданий, доступные дороги для проезда машиной помечаются горящим вдоль обочины цветом (управляется сервером и хранится в нем), на закрытых дорогах опускается шлагбаум, дороги могут быть тупиковые, стратегические здания (больницы, склады, пожарные части) заранее зафиксированы, помечены сверху уникальными метками, элементы инфраструктуры (знаки, пешеходы, светофоры, зарядка для коптера с метками), «центр управления» (сервер) - судейская машина управления работой элементов инфраструктуры / перекрытия доступных дорог / передачи данных о доступных дорогах транспортным средствам по сети WiFi□

- НЕОСВОЕННАЯ ТЕРРИТОРИЯ: темный полигон (проезжая часть авто), местами с горками, «занесенными снегом», при проезде от города через данную территорию можно попасть в порт (моделируется местом для парковки и маяком для зрителя)

В данной задаче коптером управляют участники в FPV-очках, сидящие в отдельной комнате (ЦУП), на коптер требуется широкоугольная камера; сброс маяков и полет не автономны. Помимо подготовки по обеспечению автономности машины в рамках городских условий (пп.4.1 день 1), участники

должны подготовить и смоделировать crush-бокс для хрупкого груза: требуется исследование импульса при падении, конструирование, печать и тестирование такой системы перевозки хрупкого груза, чтобы он не разбивался при сбросе с фиксированной высоты.

Сценарий:

Машина должна доставить груз на корабль (последний моделируется на стороне организаторов, не требует программирования или сборки) в порту, преодолев городские районы и участок загородной местности. Корабль не может сигнализировать о своём прибытии машине, и коптеру приходится ожидать-дежурить в порту, отслеживая прибытие (получение условного сигнала/сообщения). Как только корабль приплывает (сигнализирует зрителю), коптер забирает с него ценный груз (быстро портящееся лекарство) и летит в город. От сервера он получает задание, в какой больнице требуется это лекарство, и не приземляясь, отгружает это лекарство в crush-боксе на нужное здание. Машина должна получить сообщение от коптера о прибытии корабля и они вместе направляются через город к порту. Проехав через городскую застройку (см. Пп.4.1, день 2, без тупика), машина перестает самостоятельно ориентироваться в загородной местности (= наступают условия плохой, недостаточной видимости для автомобиля). Задача коптера - исследовать плохо освоенную местность, определить оптимальный маршрут для машины (исходя из реальных насыпей и перепадов высот - насыпанные горки другого цвета) и пометить его радиомаячками, раскидывая из хранимых стеклом на его борту. Ориентируясь по маячкам, машина приезжает в порт и довозит ценный груз. Коптер садится на станцию зарядки.

Зачет осуществляется: через ранжирование необходимого на проигрывание данного сценария временных интервалов, затраченных командами (кратчайший путь в городе вне зависимости от сценария должен быть равен для команд) (-) повреждения или потеря лекарства, нарушение ПДД

4. Задача заключительного этапа

Задача финала: создание через коммуникацию стратегических видов транспорта (машина — управляющий центр - коптер) автономной транспортной системы с минимальным участием человека при решении комплексной логистической задачи.

Дано: □- ГОРОДСКАЯ ЧАСТЬ: размеченный полигон со множеством перекрестков и зданий, доступные дороги для проезда машиной помечаются горящим вдоль обочины цветом (управляется центром и хранится в нем), на закрытые дороги ставится шлагбаум, дороги могут быть тупиковые (в

тупиках стоят склады), стратегические здания (больницы, склады, пожарные части) заранее зафиксированы, помечены сверху уникальными метками (тип здания+ID, распознаются коптером), элементы инфраструктуры (знаки, пешеходы, светофоры, автомойки, заправки для авто и коптера с метками) для взаимодействия с авто, «центр управления» (сервер) - судейская машина управления работой элементов инфраструктуры / перекрытия доступных дорог / передачи данных о доступных дорогах транспортным средствам по сети WiFi

- НЕОСВОЕННАЯ ТЕРРИТОРИЯ: темный полигон (проезжая часть авто), местами «занесенный снегом», на снежных островках есть метки для коптера, при проезде от города через данную территорию нужно попасть в порт (моделируется местом для парковки и маяком для зрителя)

День 1 - Работа в городе

В оба транспортных средства предзагружена информация о максимальном графе дорог и расположении стратегических объектов на нем.

Задача для коптера - перевозка грузов между стратегическими зданиями (задание выдается сервером по WiFi). Коптер определяет и распознает стратегические здания, ориентируется относительно них, куда ему лететь, исходя из задания. Если коптер меток не видит, то либо ему надо взлететь выше, чтобы охватить большую площадь камерой, либо он улетел из города. Пример задания для коптера: захватить груз со здания X (1,2,3) и перевезти в точку Y (1,2,3), при этом каждые 2 минуты залетать на станцию подзарядки и быть там 1 минуту. Однотипные грузы могут переноситься стекком.

Задача для машины: соблюдая ПДД (езда по разметке, реагируя на светофоры, дорожные знаки, реагируя на пешеходов и других участников движения), имея граф максимального покрытия дорог, стартовать и опрашивать сервер на каждом узле о доступности дорог, выходящих из перекрестка, достичь пункта назначения кратчайшим способом. Хотя в данный день все дороги будут открыты, опрос должен осуществляться на каждом узле для того, чтобы сервер отслеживал текущее положение авто внутри графа. Пункт назначения (стратегическое здание) должен находиться на перекрестке или в тупике. По ходу движения машина может взаимодействовать с элементами инфраструктуры (автомойки/заправки), за это она получает дополнительные баллы.

Зачет осуществляется: (+) % перевезенных грузов коптером, кол-во успешных взаимодействий авто по дороге с автомойками/заправками; (-) нарушение ПДД авто, кол-во проездов «лишних» вершин по отношению к кратчайшему пути в маршруте машины

День 2 - Перехват

Общее взаимодействие с полигоном и сервером авто и коптера остается прежним.

В городе во время движения транспортных средств команды по полигону (как в сценарии дня 1) случайно происходит событие (например ЧП/пожар/ремонт), блокирующее некоторые случайные участки дорог. Управление этими сценариями происходит через сервер, зритель видит на полигоне различные эффекты (подсвеченное красным здание, закрытый шлагбаум, иное), в то время как для получения такой информации авто необходимо продолжать опрашивать сервер о доступных ребрах графа на каждом перекрестке (ситуации изменяются динамически) и обновлять свою карту проезда. У машины есть прежнее задание - проехать по кратчайшему маршруту, соблюдая правила ПДД и реагируя на изменения в карте. Серверу в любой момент доступна информация, в каком ребре или узле находится авто. В случайный момент машина оказывается либо в физическом тупике, либо ей переграждаются все дороги (искусственная ситуация, созданная сервером). В такой ситуации сервер подает сигнал коптеру о необходимости найти машину и сообщает место в графе, где она последний раз совершала опрос. Коптер предварительно совмещает заранее загруженную в него максимальную карту дорог (в виде графа) и меток зданий и производит поиск авто. Находясь в тупике авто должно испустить сигнал (световой/ИК) для обнаружения себя (дополнительно на нем сверху может быть техническая метка). Найдя авто, коптер забирает с него груз и везет в место назначения. Зачет осуществляется: (+) % перевезенных грузов коптером (груз с авто - в кратном коэффициенте); (-) нарушение ПДД авто, кол-во проездов «лишних» вершин по отношению к кратчайшему пути в маршруте машины

День 3 - Езда по пересеченной местности до порта

Машина должна доставить груз на корабль (последний моделируется на стороне организаторов, не требует программирования или сборки) в порту, преодолев городские районы и участок загородной местности. Корабль не может сигнализировать о своём прибытии машине, и коптеру приходится ожидать-дежурить в порту, отслеживая прибытие (получение условного сигнала/сообщения). Как только корабль приплывает, машина должна получить сообщение от коптера и направиться через город к порту. Проехав через городскую застройку, машина перестает самостоятельно ориентироваться в загородной местности (=плохо проходимой). Задача коптера - исследовать заснеженную местность, определяет оптимальный маршрут для машины и пометить его радиомаячками, раскидывая из хранимых стеком на его борту. Ориентируясь по маячкам, машина приезжает в порт и довозит ценный груз.

Зачет осуществляется: через ранжирование необходимого на проигрывание данного сценария временных интервалов, затраченных командами.

Рекомендуемая численность команды школьников и ее предполагаемый

СОСТАВ:

Состав команды - 4 человека:

- 1 лидер команды/математик (распределение ролей, написание общей архитектуры решения и коммуникации ТС, отслеживание версионности и прогресса)
- 2 программиста Python (авто и коптер - алгоритм ориентации, распознавания изображений, работы с графом и обновления карты внутри движения)
- 1 электронщик+С|тестировщик (сборка и подключение датчиков, обработка сигналов, устранение неисправностей в подключении)

Требование к оборудованию, программному обеспечению и расходникам на 1 команду:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Y1puNCIKaCoDt4tR5abV4kisa51ruERf1IMjDEeOqJE/edit?hl=en#gid=0>

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RMyvSjK2tqmn5aU_Yj7rhM9jKmlBhc2M6Fx7WQVam9o/edit?ts=5afbf3cf#gid=255006042

Оборудование

- Модель города 5*10 м2 и смоделированная инфраструктура города (электронная периферия, подсветка домов и дороги, метки, знаки, шлагбаумы, завалы, “порт” с “кораблем”)
- Судейский сервер
- Модель пригорода (разметка пятнами) 5*10 м2
- Маячки (радио)
- На каждую команду требуется: 2 компьютера, 1 паяльное место, 2 дополнительных монитора HDMI+провод
- Груз и другие мелкие элементы инфраструктуры
- Таймер и судейский интерфейс с возможностью вывода лидерборда
- Whiteboard или флипчарт - 1 шт на команду

ПО

- ОС: Windows
- Acrobat Reader (или аналог)
- QGroundControl
- PuTTY
- Pycharm community edition
- Python 2.7
 - Arduino IDE или иное (??)
 - FileZilla Client (для просмотра, навигации, добавления файлов на raspberry)

Расходники

- Набор датчиков
- Шасси с мотором, регулятором хода и рулевым сервоприводом

- Зарядное устройство
- Управляющая плата Arduino
- Raspberry pi
- Комплект крепежных элементов
 - Конструктор программируемого квадрокоптера Clever
 - Комплект электронных компонентов, мультиметр
 - Инструменты для сборки
 - Расходники для пайки
 - Расходники для письма

Требования к знаниям, способностям и компетенциям участников:

- Содержание компетенции WorldSkills “Управление Беспилотными Летательными Аппаратами” и “Мобильная робототехника”
- Программирование (Python, C++) в средах разработки PyCharm, ArduinoIDE
- Техническое зрение (OpenCV) и библиотеки
- Умение работать с источниками информации, технической документацией (в т.ч. На английском языке), с поставленной задачей и критериями приемки
- Физика: электроника 8 класс и схемотехника, механика полета квадрокоптера, конструирование и механика заднеприводного автомобиля, принцип работы бесколлекторного мотора, фильтры - аппаратные и программные, пайка и физ-химия процесса
- Математика: тригонометрия, геометрия, элементы теории вероятности, теории графов, волны, пространственное мышление
- Информатика: структуры хранения и обработки данных, комбинаторные алгоритмы, алгоритмы перебора и сортировки, обработки графов, базовые алгоритмы преобразования изображений, компьютерное зрение, версияльность продукта, обеспечение отказоустойчивости, калибровка датчиков и работа с системами с обратной связью
- Общие навыки: командообразование, лидерство, управление продуктом и командой, принятие ответственности, работа с дедлайнами

5. Первый и второй отборочные этапы

Школьные предметы, по которым будет проводиться отбор на первом этапе:

Физика, информатика

Содержание и формат проведения второго этапа (в т.ч. что нового дети узнают в рамках второго этапа в рамках подготовки к финалу):

- Отбор на базе онлайн-платформы с возможностью коммита и тестами (типа Kaggle) / решение задач на онлайн-платформе с автоматизированной проверкой, часть задач оценивается при апробации на судейском стенде
- Серия открытых образовательных модулей с хакатонами (компьютерное зрение, работа с изображениями, построение карт, механика и оптимизация посадки БПЛА, работа с направленными маяками) + см. пп.7.2

В ходе проведения второго этапа командам-участникам будут предложены для решения несколько задач, связанными тематически с теми, которые придется решать на финале Олимпиады.

Темы и навыки, с которыми столкнутся участники при решении задач второго тура:

Программное управление автомобилем

Распознавание объектов на изображении

Распознавание объектов на видео

Программное управление коптером

Работа со специальными библиотеками

Автономный полет

Перечень открытых соревнований и конкурсов, победители которых могут быть выбраны в качестве участников заключительного этапа без прохождения отборочных этапов:

- WSJ: Мехатроника, Мобильная робототехника
- JS5
- RoboRacers, Робофест - Автонет 14+
- Евробот-Россия - ЕВРОБОТ до 30 лет
- GoTo (программирование)
- WSJ: Управление БПЛА (с этого года добавилось программирование)

6. Подготовка к финалу

Примеры доступных онлайн-материалов, которые могут быть рекомендованы участникам и ссылки на них:

Autonet:

- <https://drive.google.com/drive/folders/1i-KoMTF7pE26QwSjiVWhYrJeqtPGpSEI?usp=sharing> - основы компьютерного зрения на Raspberry
- <http://www.bogotobogo.com/cplusplus/files/OReilly%20Learning%20OpenCV.pdf> - Учебник по OpenCV
- <https://stepik.org/course/67/> - Программирование на Python
- <https://stepik.org/course/3222/> - Введение в Robot Operating System
- <https://stepik.org/course/126> - Основы теории графов
- <http://cs.brown.edu/courses/cs143/>,
<https://www.udacity.com/course/artificial-intelligence-for-robotics--cs373> - онлайн-курсы по беспилотному зрению

Aeronet:

- clever.copterexpress.com - работа с ROS + Raspberry
- https://docs.opencv.org/3.1.0/d5/dae/tutorial_aruco_detection.html - ориентация по Aruco-меткам
- <https://drive.google.com/drive/folders/1TZ5FpuQ5cpxvtHC7d1bpx8UDfNCPAa3z?usp=sharing> - основы безопасности и работа с конструктором квадрокоптера Clever

Перечень тематик, по которым будут разработаны и проведены хакатоны по подготовке к заданию заключительного этапа:

- Основы безопасности при работе с квадрокоптером;
- Основы управления квадрокоптером;
- Автономный полет по маркерам (длинный модуль);
- 3D моделирование, печать, работа с пластиком;
- Механика и принципы полета БПЛА, минимизация жесткой посадки БПЛА;
- Сборка беспилотного автомобиля;
- Основы распознавания изображений. Подходы;
- Беспроводная связь и (не)направленные маячки