



Олимпиада  
Национальной  
технологической инициативы

# Карточка профиля

*2018/19 учебный год*

Интеллектуальные робототехнические системы

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

## 1. Общая информация

Профиль проводится с 2016 года.

Главный методист и научный руководитель профиля - Колотов Александр, АНО ВО “Университет Иннополис”, [a.kolotov@innopolis.ru](mailto:a.kolotov@innopolis.ru), +79872362437

## 2. Связь профиля с технологическими вызовами и заказами

Область технологий и индустрия, к которой относится данный профиль:

Программная инженерия в робототехнике - разработка систем управления и принятия решений в робототехнических устройствах и их системах, искусственный интеллект, сенсорика и компоненты робототехники

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

TechNet, AutoNet, AeroNet, MariNet

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

Безопасное и эффективное управление роем (AutoNet, AeroNet)  
Системы принятия решений (AutoNet)  
Системы компьютерного зрения (AutoNet, AeroNet, MariNet)  
Средства автономной навигации (MariNet)  
Технология создания отказоустойчивых и реконфигурируемых систем управления техническими средствами для управления робототехническими системами (MariNet)

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

Компания RoboCV ([robocv.ru](http://robocv.ru)) разрабатывает роботизированные системы, способные заменять человека в рутинных и малопроизводительных задачах внутрискладской логистики.  
Компания “Locus Robotics” разрабатывает систему навигации, благодаря которой складские роботы выбирают наиболее оптимальные траектории движения, оперативно реагируют на непредвиденные ситуации, объезжают помехи, избегают столкновений с движущимися объектами.

### 3. Практика будущего

3.1. Формулировка [практики будущего](#), которая может быть запущена вместе с участниками на Суперфинале:

Профиль является фундаментальным - знания, демонстрируемые участниками профиля могут использоваться для широкого спектра задач в суперфинале. На текущий момент, Университет Иннополис не планирует организовывать суперфинал по профилю ИРС.

### 4. Задача заключительного этапа

Задача заключительного этапа будет требовать от участников навыков реализации алгоритмов передачи информации и принятия решений в многоагентных системах. Каждая команда должна будет запрограммировать группу робототехнических устройств, которые моделируют роботов-погрузчиков, так чтобы те не только перемещались по модели логистического центра без направляющих линий или визуально различимых ориентиров, но и координировали свои действия с другими устройствами в группе, избегая столкновений и передавая информацию об обнаруженных ARTag метках. Алгоритмы обработки графической информации, полученной с помощью камеры, а также алгоритмы декодирования ARTag меток должны быть написаны без использования готовых библиотек.

#### Описание ниже должно быть скрыто

Перед многоагентной системой, состоящей из группы автономных робототехнических устройств (3-4 устройства), каждое из которых моделирует робота-погрузчиков в логистическом центре, ставятся задачи автоматической навигации и распознавания графических образов с помощью камеры:

- несмотря на то, что карта логистического центра будет известна роботу, на старте позиция каждого робота не будет известна заранее - моделируется ситуация системного сбоя, после которого роботы самостоятельно должны восстановить свою работу;
- на поле для запуска будут расположены ARTag метки, которые кодируют код устройства и его сектор финиша;
- роботы должны после старта определить свое местоположение на карте (локализоваться), найти ARTag метки и переместиться в сектор финиша;
- устройства должны пересылать друг другу по беспроводному каналу гипотезы о своем местоположении для более быстрой локализации;

- если какой-то из роботов обнаруживает ARTag метку с закодированным идентификатором другого робота, то он может переслать по беспроводному каналу результат декодирования метки целевому роботу;
- роботы, зная местоположение друг друга, должны избегать столкновений.

#### 4.3. Рекомендуемая численность команды школьников и ее предполагаемый состав:

Команда должна состоять из 2-3 человек. Условное распределение по ролям:

- Алгоритмист (проектирование алгоритмов принятия решений, проектирование алгоритмов компьютерного зрения, отработка алгоритмов на модели)
- Программист-робототехник (специфика контроллера и работы датчиков, камеры, обработка цифровой информации, теория автоматического управления, одометрия)
- Программист-интегратор (знание инструментария отладки, перенос алгоритмов на реальное устройство, отладка, управление фронтом работ)

#### Требование к оборудованию:

Полигон “Модель логистического центра” - 1 шт на все команды

Ноутбуки - по одному ноутбуку на каждого члена команды

Базовая модель робота-погрузчика, собранная из конструктора “TRIK”/“ROBBO” с уже установленными необходимыми датчиками (камера, датчик касания, датчик освещенности, 2 датчика расстояния ультразвуковых, 2 датчика расстояния инфракрасных) - по количеству устройств, необходимых для решения задач на полигон + по одному роботу на каждую команду. На контроллере обязательна аппаратная и программная (на уровне firmware) поддержка одновременной связи по радиоканалу с несколькими другими контроллерами.

Набор ARTag - по одному набору на каждого робота.

Whiteboard или флипчарт - 1 шт на команду

Проектор и экран - 1 шт на все команды

Принтер с ноутбуком - 1 шт на все команды

#### Требование к программному обеспечению:

ОС: Windows

Среда программирования “TRIK-Studio” с последними обновлениями, расширяющими возможность среды специально для задачи трека ИРС Олимпиады НТИ (<http://bit.ly/trikstudio>).

#### Требование к расходникам:

Маркеры, бумага для флипчартов (если они используются вместо whiteboard), инструменты для очистки whiteboard, малярный (бумажный) скотч, ножницы, бумага для принтера, запасной картридж для принтера  
Инструменты для сборки макета логистического центра: шуруповерт, биты, саморезы, гаечный ключ на 10.

#### Требования к знаниям, способностям и компетенциям участников:

##### Требования к знаниям участников:

- математика: тригонометрия, геометрия, комбинаторика, отдельные разделы теории комплексной плоскости, теории вероятности, теории графов и линейной алгебры;
- информатика: кодирование и декодирование информации, структуры хранения и обработки данных, комбинаторные алгоритмы, алгоритмы перебора и сортировки, обработки графов, алгоритмы вычислительной геометрии, отдельные разделы теории автоматов, базовые алгоритмы преобразования изображений, компьютерного зрения;
- специальные знания в области робототехники: свойства и ограничения цифровых и аналоговых датчиков различного принципа действия, алгоритмы обработки цифровой информации, отдельные главы теории автоматического управления, алгоритмические особенности реализации алгоритмов счисления пути, использование проприоцептивных датчиков и датчиков внешней среды для достижения стабильности навигации, планирование маршрута для мобильных наземных роботов, локализация и построение карты; свойства цифровых камер, получение и обработки графической информации, основные топологии систем для передачи информации, принципы реализации протоколов передачи данных; физические ограничения передачи информации между

##### Требования к практическим навыкам и компетенциям:

- проектирование и сборка мобильного робототехнического устройства под конкретную задачу;
- моделирование робототехнического устройства и отладка алгоритма управления на модели;
- калибровка аналоговых датчиков;
- сборка показаний с датчиков и анализ полученной информации для оптимизации алгоритма управления;
- адаптация алгоритма, разработанного для модели, к работе на реальном устройстве;
- достижение стабильности работы и отказоустойчивости робототехнического устройства;
- программирование контроллера ТРИК;

- программирование и отладка универсального устройства управления (JavaScript) для решения конкретной задачи;
- механическая калибровка видео-камеры для решения задач компьютерного зрения;
- коммутация нескольких контроллеров ТРИК в единую сеть;
- решение проблем сетевого взаимодействия нескольких контроллеров ТРИК;
- использование итеративного процесса разработки;
- использование систем версифицирования исходного кода для командной разработки программного обеспечения.

Требования к способностям и т.н. “soft skills”:

- навыки чтения документации и понимания поставленной задачи;
- навыки генерации и обсуждения идей;
- навыки критического мышления;
- навыки рефлексии и предоставления обратной связи;
- принятие ответственности за выполняемый фронт работ;
- навыки взаимопомощи;
- навыки управления командой разработки;
- навыки работы в команде разработки;
- навык выслушать чужое мнение;
- стрессоустойчивость.

## 5. Первый и второй отборочные этапы

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

математика (отдельно 9 класс и 10-11 класс), информатика

Темы по математике: тригонометрия, геометрия, математическая статистика, комбинаторика и теория вероятности, степенные функции, системы уравнений и неравенств

Темы по информатике: кодирование и декодирование информации, системы счисления, обработка строк, битовые операция, структуры хранения и обработки данных (очереди, стеки, списки), комбинаторные алгоритмы, алгоритмы перебора и сортировки, обработки графов, алгоритмы вычислительной геометрии.

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

Во втором этапе Олимпиады НТИ участникам предстоит решить несколько задач по программированию и математике.

Для решения задач по программированию им потребуются навыки для решения таких типовых задач робототехники, как счисление пройденного пути (одометрия), фильтрация значений с датчиков, математическое моделирование и применение теории автоматического управления, поиск оптимального пути перемещения, обработка изображений. Часть задач будет решаться с помощью симулятора TRIK-Studio.

Для решения задач по математике участникам придется изучить некоторые разделы линейной алгебры, как операции с матрицами и векторами, отдельные главы теории комплексной плоскости.

Помимо практического тура участникам предлагается ознакомиться с курсом по алгоритмическим основам робототехники, разрабатываемым командой разработчиков профиля. Курс будет содержать, как теоретические материалы, так и задачник для самостоятельной работы.

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

Всероссийская Робототехническая Олимпиада, состязание "Поиск и спасение пострадавших"

## 6. Подготовка к финалу

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

Задачник «Программирование интеллектуальных робототехнических систем»:  
<https://stepik.org/5255>

Справочник по командам JavaScript для TRIK-Studio:  
[https://drive.google.com/file/d/0B\\_ZzDCvzeLSQVTlRbVFRc3lYWmc/view](https://drive.google.com/file/d/0B_ZzDCvzeLSQVTlRbVFRc3lYWmc/view)

Задачник «Локализация и планирование маршрута»:  
[https://drive.google.com/file/d/1HIRVCT07\\_0JYhQU05Nmf5cjPZ-H7Fod2/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1HIRVCT07_0JYhQU05Nmf5cjPZ-H7Fod2/view?usp=sharing)

Пособие «Управление моторами мобильной платформы TRIK»:  
[https://drive.google.com/file/d/11EJJr9XJNl9ej47\\_g9YG9UewFRr8KBtw/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/11EJJr9XJNl9ej47_g9YG9UewFRr8KBtw/view?usp=sharing)

Курс “Математика для олимпиад по программированию”: <https://stepik.org/4603>

Курс от 1С по алгоритмизации и структурам данных (Модуль 1):

<http://informatics.mccme.ru/course/view.php?id=427#amod1>

Онлайн-курс на Coursera по Алгоритмам планирования перемещения (англ. язык):

<http://coursera.org/learn/robotics-motion-planning>

Онлайн-курс на Coursera по Вероятностной робототехнике (англ. язык):

<http://www.coursera.org/learn/robotics-learning>

Видео-лекции по курсу Кинематика мобильных роботов (англ. язык):

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL3gOyAISDHYH0tH-6TWXZuJO7hwW7IGHS>

Видео-лекции по курсу Планирование перемещения (англ. язык):

[https://www.youtube.com/playlist?list=PL3gOyAISDHYGIR\\_qMt06j6\\_c\\_VBKtCJUe](https://www.youtube.com/playlist?list=PL3gOyAISDHYGIR_qMt06j6_c_VBKtCJUe)

Видео-лекции по курсу Определение местонахождения (англ. язык):

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL3gOyAISDHYE5T0OmFqm36UsBNkwYNb0E>

Первые лекции из курса по Компьютерному зрению:

<https://www.lektorium.tv/course/22847>

Топология сетей для передачи информации (часть лекции из курса “Основы локальных сетей”):

<https://www.intuit.ru/studies/courses/57/57/lecture/1672?page=3>

Статья “О протоколах передачи данных”: <https://habr.com/post/138533/>

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

Хакатон по знакомству со средой программирования TRIK-Studio. Используются общедоступные материалы - специальная сборка среды программирования TRIK-Studio с поддержкой интерпретации JavaScript в эмуляторе. Хакатон знакомит участников со средой программирования и языком JavaScript, разбираются решения типовых задач робототехники на примере модели робота, эмулируемого в среде TRIK-Studio (верификация алгоритмов управления): навигацию робота, обработка цифровых сигналов.

Хакатон по знакомству со платформой ТРИК. На хакатоне используется робототехническая платформа ТРИК. Хакатон знакомит участников с



робототехнической платформой, участники учатся подключать различные датчики к платформе и решают типовые задачи робототехники с использованием мобильного робота: применение теории автоматического управления для обеспечения устойчивого и предсказуемого перемещения робототехнического устройства, обнаружение метки ARTag, беспроводная коммуникация между устройствами.