

Из реального мира в виртуальный и обратно

распознавание рукотворных объектов и структур
как инструмент цифровизации естественно-
научного образования дошкольников и
младшеклассников



14–15 ноября 2019 г.
Санкт-Петербург

Об авторах

БЕСШАПОШНИКОВ НИКИТА ОЛЕГОВИЧ

м.н.с. отдела учебной информатики

nbesshaposhnikov@vip.niisi.ru

КУШНИРЕНКО АНАТОЛИЙ ГЕОРГЕИВИЧ

зав. отделом учебной информатики

ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН,

agk@mail.ru

ЛЕОНОВ АЛЕКСАНДР ГЕОРГИЕВИЧ

проф. МПГУ, в.н.с. мехмата МГУ,

зав.секторами ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН,

dr.l@vip.niisi.ru



14–15 ноября 2019 г.
Санкт-Петербург

Мировая тенденция – понижение возраста знакомства детей с программированием

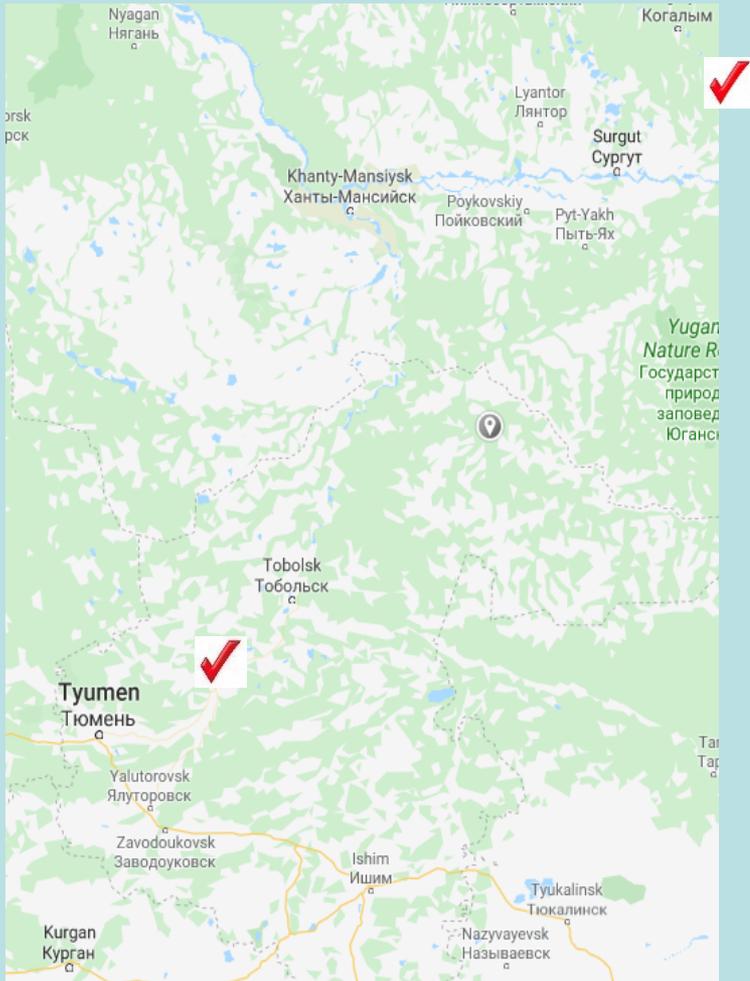


Москва, 08.12.2018
Съезд «Единой России»
Глава комитета Гос. Думы
Вячеслав Никонов: «пора
вводить информатику в
стандарт дошкольного
образования России».

Наши вводные курсы программирования:

- **10** лет опыта
- **Массовость внедрения**
- **Систематичность**
- **Для дошкольников и младшекласников.**

Массовое внедрение – где и когда



Азы программирования по методике РАН

Западно-сибирский НОЦ 2019-2020 уч. год

1) г. **Сургут**, пилотный проект
начат в 2014 году:

6000 дошкольников
(охват 100%)

2) **Тюменская область**,
пилотный проект начат в
2019 году:

100 дошкольников,
100 первоклассников

Наш опыт работы со многими тысячами детей(I)



Дошкольники возраста 6+

- **Получают удовольствие**
- **Интуитивно осваивают принцип «программного управления роботами»**
- **Успешно составляют программы, управляющие виртуальными и реальными роботами**

Наш опыт работы со многими тысячами детей(II)



Однако, оказывается:

- **чисто интуитивное, практическое освоение программирования неполно и неустойчиво**
- **его необходимо дополнить освоением и осознанием понятийной базы**

Дети должны освоить термины и понятия и научиться разговаривать про роботов, компьютеры и программы

Распространенные заблуждения (I)

**Источник: A Methodology for the Analysis of Block-Based Programming Languages Appropriate for Children
Radoslava Kraleva*, Velin Kralev, Dafina Kostadinova
Journal of Computing Science and Engineering, Vol. 13, No. 1, March 2019, pp. 1-10**

1) «Children must be at least 7 years of age in order to clearly understand the abstract programming languages»

ЗАБЛУЖДЕНИЕ: Ж. Пиаже предсказывает возраст 6+ и, по нашему опыту, этот возраст оптимален

Распространенные заблуждения (II)

Источник: *ibid.*

«... it is necessary to acquaint pupils with **the formal concepts and the basics of mathematical logic**. This will help them to learn to build simple algorithms ...»

ЗАБЛУЖДЕНИЕ:

- никакие формальные концепции для практического освоения ходьбы, чтения, письма, счета и программирования не нужны
- нужно обеспечить освоение детьми системы научных (в смысле Л. С. Выготского) понятий программирования

Раннее введение системы научных понятий программирования

Мы хотим одновременно добиться 3-х результатов

- научить ребенка возраста 6+ составлять простейшие программы управления роботами-игрушками на полу и виртуальными роботами на экране (*X часов*)
- снабдить ребенка моделью мира, в котором робот, программист, программа и компьютер взаимодействуют между собой по усвоенным ребенком в процессе игр «правилам игры» (*столько же часов*)
- научить ребенка излагать и обсуждать эти «правила игры» (*еще столько же часов*)

При X~10 нужно заниматься год раз неделю

Система научных понятий программирования

Система из 12 понятий:
(для дошкольников возраста 6+)

1 субъект:

- **программист**

6 объектов:

- **робот**
- **команда**
- **программа**
- **компьютер**
- **память компьютера**
- **правила составления и выполнения программ (язык программирования)**

5 взаимодействий:

- программист **составляет** программу
- компьютер **выполняет** программу, **давая** роботу команды
- робот **исполняет** команду и ждет поступления следующей
- компьютер **загружает в свою память** сообщенную ему программу

В.Б. Бетелин, А.Г. Кушниренко и А.Г. Леонов // ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ИЗЛОЖЕНИИ ДЛЯ ДОШКОЛЬНИКОВ, принято к печати в журнал «Информатика и ее приложения», 2020

Принцип программного управления

Любую работу, которую человек способен выполнить, командуя роботом-помощником, можно будет перепоручить компьютеру,

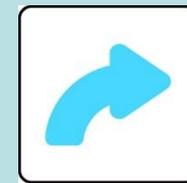
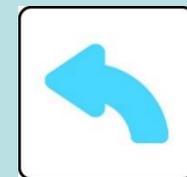
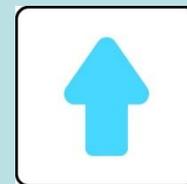
как только программисту удастся составить программу выполнения той деятельности, которую роботу надлежит выполнять

Методика игрового освоения принципа программного управления

- Дети выступают в роли объектов и субъектов
- На первых порах центральной фигурой оказывается автономный робот «Ползун», а компьютер на этом этапе не нужен:

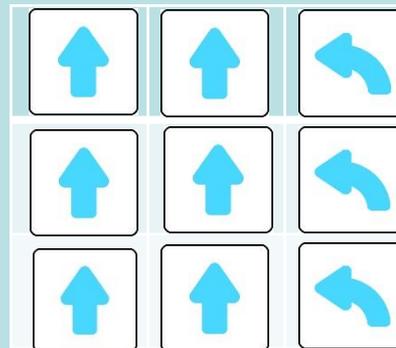


- Робот умеет выполнять три команды в звуковой форме
(Для слабослышащих детей звуковые сигналы могут быть заменены световыми.)



Методика игрового освоения принципа программного управления

- Ребенок управляет «Ползуном» и другими детьми с помощью звукового пульта
- Так осваются понятия «робот», «команда», «исполнение команды»
- Ребенок выкладывает на столе последовательность «пиктограмм» для запоминания последовательности выданных роботу команд
- Другой ребенок использует эту последовательность пиктограмм для выдачи роботу той же последовательности команд



Теперь можно обсудить правила выкладывания и чтения пиктограмм:

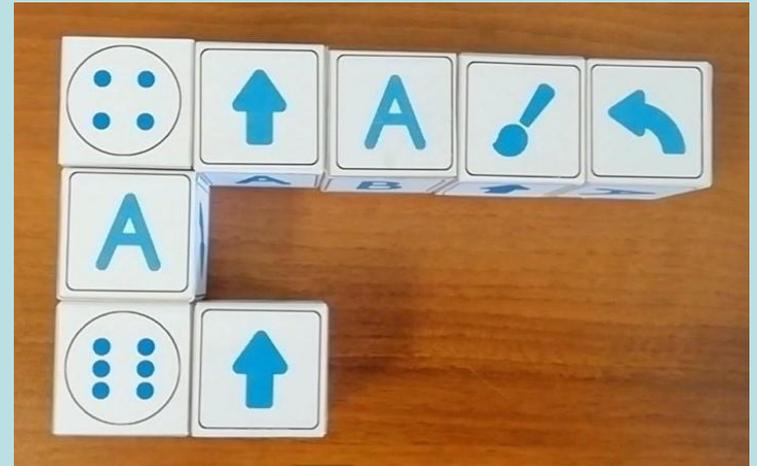
- горизонтальными рядами слева направо
- каждый следующий ряд ниже предыдущего

Так вводится **язык программирования**

Освоение понятия «программа» и усложнение «языка программирования»

- Ребенок смотрит на программу
- Запоминает программу в «своей памяти»
- Командует роботом «по памяти»
- Использование числовых повторителей от 1 до 6
- Использование подпрограмм с однобуквенными именами А, Б, В, Г, Д

(рекомендуем передачу телепрограммы **АБВГД**ейка)



Распознавание компьютером программ

- Остались «необыгранны» объекты:
 - «компьютер»
 - «память компьютера»
 - «выполнение программы компьютером»
- Помогают технологии нейронных сетей.
- Ребенок показывает компьютеру программу из «пиктокубиков» (см. фото)
- Компьютер в ответ показывает, что он понял программу, запомнил ее в своей памяти и готов выполнять



Компьютер распознал и запомнил программу



Выполнение программы компьютером (I)



Выполнение программы компьютером (II)

- Компьютер дает роботу такие же звуковые команды, как и с пульта.
- Процесс выполнения программы наблюдаем (слышим) детьми
- Компьютер делает только то, что к этому моменту научились делать дети: компьютер **запоминает и выполняет программу**
- Дети видят, что **компьютер берет на себя выполнение человеческих обязанностей**
- Вопрос о том, как именно компьютер выполняет эти операции, у детей не возникает

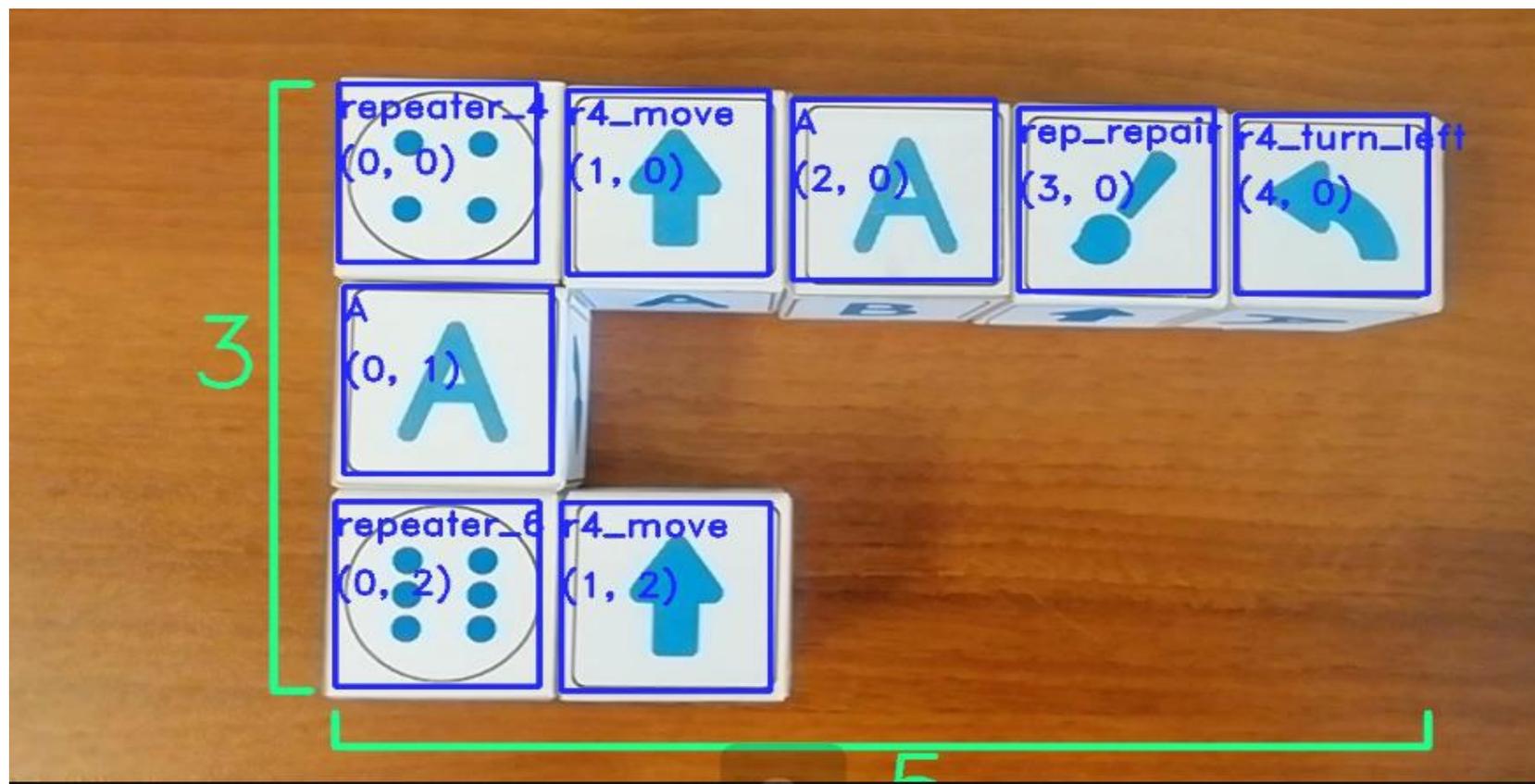
Технология распознавания программ, составленных из «пиктокубиков»

1. Мобильные нейронные сети нахождения пиктограмм (CoreML, SSD Mobilenet v2)
2. Нахождение комбинаторной структуры расположения распознанных пиктограмм*
3. Существенный набор данных из видео для обучения нейронной сети детекции
4. Полуавтоматический способ разметки по опорным кадрам из видео
5. Модуль встроен в учебную систему «ПиктоМир»

*реализовано с помощью **нейротабулятора** - данный подмодуль эвристическим методом по размерам таблицы и координатам пиктограмм на изображении строит относительные индексы пиктограмм в формальной двумерной таблице:

Результат распознавания программы, составленной из «пиктокубиков»

*Легенда: XXX - имя команды,
(i, j) - индексы*



Технология распознавания обстановки робота «Ползун»

1. Обстановка составляется детьми из ковриков
2. Метод полуавтоматической разметки датасета
3. Нахождение ключевых точек – нейросеть находит 4 угла обстановки
4. Внутренность обстановки определяется гибридным методом:
 - a) Выделяем цветные части с помощью OpenCV
 - b) Находим цифры с помощью Faster RCCN Inception
 - c) Находим структуру программы с помощью подмодуля «Нейротабулятор»

Результат нахождения ключевых точек обстановки для «Ползуна»



AR «Ползун»

- **Доступен в двух режимах:**
 - **Полностью в AR – и коврики и робот показываются как «дополненные»**
 - **Только AR «Ползун» – распознаются «реальные» коврики, а «дополненный» робот движется по ним**
- **Реализовано на базе ARKit и ARCore**
- **К сожалению, второй режим позволяет руководству детсада обойтись без реального робота, материальный мир представляют только коврики 😊**

Стержень нашего курса программирования для дошкольников и первоклассников – система программирования «ПиктоМир»



Сведения о системе «ПиктоМир» и методике

- Разработаны по заказу Академии наук РФ
- Являются свободно распространяемыми.
- Есть веб-интерфейс
- «ПиктоМир» работает на любом доступном в детских садах оборудовании - планшеты, ноутбуки, десктопы, смартфоны, электронные доски etc.)
- **«ПиктоМир» распознавает программы на языке «Пикто», собранные из «пиктокубиков» и игровые поля, собранные из сочленяемых ППУ ковриков.**
- Поддерживает работу в локальной сети группы.
- 5 экранных роботов, один реального робота и два «Волшебных кувшина с камнями»
- Параллельное управление несколькими роботами в режиме индивидуальной или кооперативной работы