



## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕЛОСТИ ЯБЛОК И СБОРА УРОЖАЯ ЯБЛОК С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

---

*Ахмедов А.П., Худойбергганов С.Б.,  
Собиров О.Т., Убайдуллаев Ш.Ш.*

*Ташкентский государственный транспортный университет*

В настоящее время в мире созданы дроны, предназначенные для сбора яблок в яблоневом саду. Захват яблок дронами осуществляется присоской с воздушным подсосом, что минимизирует повреждение плодов. Сорванные яблоки дроны укладывают на ленту платформы, а с неё фрукты попадают в контейнеры для транспортировки на предприятие по упаковке. С дронами нет шансов на уплотнение почвы. А это серьезная проблема во всем мире из-за тяжелых комбайнов и транспортных средств, таких как бункеры которые выезжают на поля во время уборки урожая. Для сбора урожая он имеет роботизированный манипулятор, который может вытягиваться на метр и собирать яблоко, всасывая их. Предлагается для сбора урожая яблок в произвольно посаженном яблочном саду разместить специальную ферму над садом для передвижения роботизированного манипулятора, с помощью которого можно выполнить и другие операции в яблоневом саду.

**Ключевые слова:** Дрон, искусственный интеллект, фрукт, яблоко, квадрокоптер, роботизированный манипулятор.

### **Annotation**

Currently, drones have been created around the world designed to pick apples in apple orchards. Apples are captured by drones using a suction cup with air suction, which minimizes damage to the fruit. Drones place the picked apples on the platform belt, and from it the fruits fall into containers for transportation to the packaging plant. With drones there is no chance of soil compaction. This is a serious problem all over the world due to heavy combines and vehicles such as silos that are driven into the fields during harvesting. For harvesting, it has a robotic arm that can extend up to a meter and pick up apples by sucking them up. It is proposed to harvest apples in a randomly planted apple orchard by placing a special farm above the orchard to promote a robotic arm, with which other operations can be performed.

**Keywords:** Drone, artificial intelligence, fruit, apple, quadcopter, robotic manipulator



С дронами нет шансов на уплотнение почвы. А это серьезная проблема во всем мире из-за тяжелых комбайнов и транспортных средств, таких как бункеры которые выезжают на поля во время уборки урожая. Кроме того, последнее время возрастает актуальность автоматизации сбора урожая. Например, из-за нехватки сезонных рабочих. В небольших масштабах уже проводятся исследования по использованию дронов для сбора мягких фруктов. Логичное применение, потому что сбор яблок, груш, ягод и т. д. вряд ли автоматизирован и обычно все еще выполняется вручную. Машины, которые используются для сбора фруктов, часто вызывают повреждение плодов или приводят к потерям из-за того, что фрукты падают на землю. В стадии реализации находятся несколько новаторских проектов.

Например, Tevel Aerobotics Technologies, которая разрабатывает автономные дроны, оснащенные механическими лапами длиной один метр, которые могут собирать фрукты или выполнять работы по прореживанию и обрезке фруктовых садов. Уборочные дроны израильского стартапа Tevel оснащены возможностями искусственного интеллекта. Это позволяет им определять типы фруктов, пятна и степень спелости. В то время как текущая версия дрона этой компании позволяет собирать только яблоки и апельсины, Tevel работает над расширением возможностей своих дронов, добавив в них дополнительные виды плодов такие как авокадо и манго. Тем временем в Новой Зеландии Newton Research Labs также работает над различными автономными роботами для сбора фруктов, в том числе над сборщиками с воздуха. По их словам, цель состоит в том, чтобы «дроны для сбора урожая носились по садам днем и ночью» [1,4-6].



Рис.1.«Дроны для сбора урожая в яблочном саду.



Компания под названием [Tevel Aerobatics Technologies](#) считает, что с помощью яблочного дрона она придумала лучшее решение для фермеров, занимающихся сбором фруктов [2,7-9].



Рис.2 Летающие квадрокоптеры с прикрепленной вытянутой рукой,

Это дрон не от компании Apple, а летающий квадрокоптер с прикрепленной вытянутой рукой, который может интеллектуально нацеливаться, хватать и собирать яблоки с дерева, прежде чем бросить их на устройство для сбора.

Это далеко не первый случай, когда сбор фруктов и овощей на ферме автоматизируется с помощью интеллектуальных машин и даже роботов, но фрукты, такие как яблоки, часто выигрывают от сборщиков-людей, которые могут визуально проверять, когда они достаточно созрели, чтобы их можно было собирать во время обработки. Это с необходимой осторожностью, чтобы не вызвать синяков или других повреждений.

Более ранние подходы к автоматизации сбора яблок основывались на [роботизированных манипуляторах с высоким шарниром](#), сканирующих деревья в поисках спелых фруктов, но у этого подхода есть ограничения, в том числе то, как далеко может дотянуться рука и сколько яблок она может собрать за определенное время. Каким бы невероятным ни казалось решение Tevel, идея одновременного использования нескольких дронов, привязанных к центральной машине, имеет несколько преимуществ. Пока машина медленно катится по яблоневому саду, несколько дронов деликатно срывают яблоки с нескольких деревьев одновременно с помощью всасывающих захватов, а поскольку им не нужно лететь очень далеко, можно использовать трос, чтобы обеспечить неограниченную мощность для каждого дрона.

Каждый дрон оснащен датчиками и камерами не только для определения того, готов ли фрукт к сбору, но и для того, чтобы знать, куда его бросить, используя QR-коды для наведения, чтобы машина могла собрать все фрукты в



один контейнер. Tevel обещает, что за ходом машин можно будет следить удаленно с помощью GPS и мобильных приложений, и они могут работать 24 часа в сутки или, по крайней мере, до тех пор, пока у центральной машины не закончится электричество или бензин [2,10].



Рис.3 Квадрокоптеры с прикрепленной вытянутой рукой на яблоневом саду.

Кажется, в последнее время человечество начало забывать, что один из неотъемлемых символов современности – беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – могут использоваться в безобидных и даже общественно полезных целях. Но технический прогресс распространяется не только на военную сферу. Давно уже появились дроны-доставщики почты или пиццы. С помощью видеокамер, установленных на квадрокоптерах, можно делать не только разведкадры местности, но и прекрасные статические или динамические панорамные снимки, подчёркивающие природные красоты или изыски исторической или современной архитектуры.

А теперь в Израиле созданы дроны, предназначенные для сбора яблок. У этих устройств – отличный функционал; благодаря «умной» электронной начинке эти летающие роботы могут предварительно определить спелость фрукта, содержание сахара в нём, а также его безвредность или, напротив, наличие болезней. Ну, а затем дроны изящно, с помощью «руки-присоски» снимают яблоко с ветки и перемещают в сборочные ёмкости. Из представленного видеосюжета видно, что эти устройства синего цвета являются конструктивной частью «яблочко-сборочного» комбайна на тракторной тяге, с электрозапиткой через гибкие шланги. По мнению инженеров-изобретателей, дроны-сборщики яблок очень эффективны при сборе урожая в больших масштабах [3,11].



Израильский стартап Tevel представил прототип системы из нескольких дронов, которые смогут самостоятельно отличать яблоки на деревьях от листьев, оценивать их спелость, а затем срывать собственным манипулятором. Дроны привязаны к станции на колесах, которая обрабатывает информацию и направляет аппараты. Компания заявляет, что использует искусственный интеллект, с которым дроны смогут работать в любых условиях. С улучшением навигационных систем и выносливости дронов, они начинают занимать все более широкие сферы человеческого быта. Основные сельскохозяйственные задачи, идеально подходящие для роботов, - это оценка урожая и роботизированный сбор. Например, дроны можно использовать для оценки урожая по аэрофотосъемке: за ними можно искать как поврежденные грядки, так и определять уже спелые фрукты и овощи. Однако и самих дронов можно наделить «зрением» — нейросети самостоятельно смогут найти нужную вам информацию по данным.

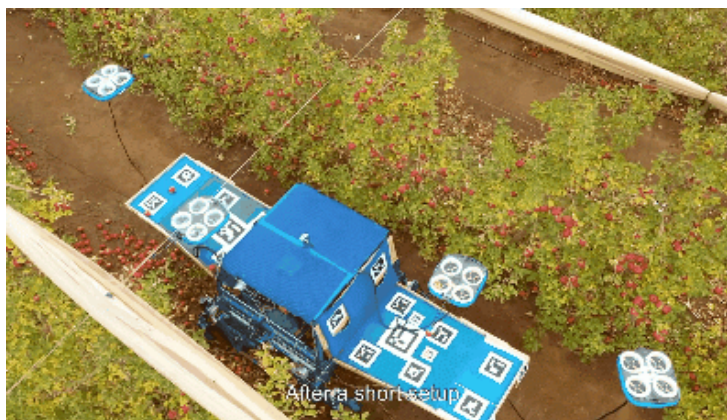


Рис.4 Израильский стартап Tevel: работа системы из нескольких дронов.

Так дроны могут подсчитывать количество плодов на деревьях и использовать солнечную энергию для полетов, могут оценивать скорость роста деревьев, и даже могут обзаводиться манипуляторами и самостоятельно собирать, например, кокосы. Компания Tevel также решила приобщиться и наделить свой дрон навыками урожая, а в частности, научить работать с яблоками.

Однако работать роботу особенно летающему, в саду сложно – он должен приблизиться к цели так, чтобы не застрять в листьях и ветвях. Также сбор плодов требует, во-первых, идентификации плода, оценки его спелости, разработки процедуры его отделения от дерева без повреждения и минимального воздействия. Как считают в Tevel, собрать фрукты в нужное время, что определит их качество и цену на рынке, довольно сложно: фрукты,



которые не успели собрать, остаются перезреть, и в результате продаются по низкой цене, что наносит огромный ущерб хозяйствам.

По словам компании, их дрон обладает искусственным интеллектом, который позволит определять типы фруктов, дефекты на них и степень зрелости. Для сбора урожая он имеет роботизированный манипулятор, который может вытягиваться на метр и собирать плоды, всасывая их.

Дроны работают с помощью станции-тележки, к которой может быть прикреплено несколько таких: пока она медленно катится яблоневым садом, дроны работают с деревьями и так могут не тратить большее количество энергии на полеты. Каждый дрон оснащен датчиками и камерами не только для определения того, готов ли фрукт к сбору, но и для того, чтобы знать, куда его бросить – по QR-коду дрон сбрасывает все собранные фрукты в один контейнер. Судя по видео, дрон работал в саду, который подходит под критерии промышленного земледелия, где деревья расположены на удобном расстоянии друг от друга и, в основном, в одной вертикальной плоскости, что упрощает обнаружение и уборку плодов для дрона [4,12].

А в садах, которые не подходят под критерии промышленного земледелия, где деревья расположены на произвольном расстоянии друг от друга усложняется задача обнаружения и уборка плодов для дрона. Для того, чтобы решить эту задачу, предлагается разместить специальную ферму для сбора урожая яблок в произвольно посаженном яблочном саду над садом для обеспечения передвижения роботизированного манипулятора, с помощью которого в несезонное время можно выполнить и другие операции. На рис.5 показана специальная ферма для передвижения роботизированного манипулятора. Эта ферма сооружается на высоте 10 м над землей и должен служить целый год для присмотра и совершения необходимых процедур над яблонями.

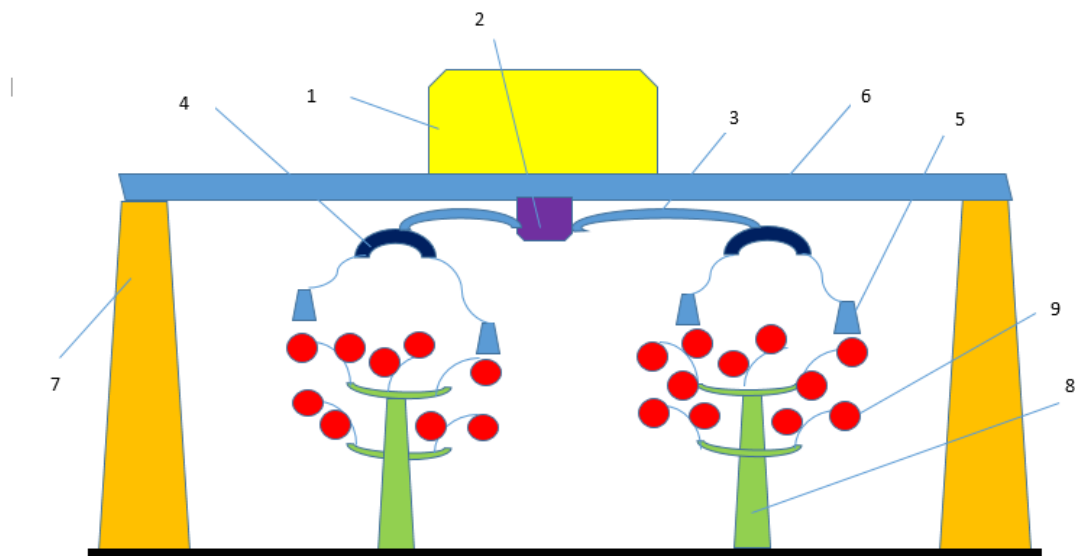


Рис.5 Специальная ферма для передвижения роботизированного манипулятора для сбора урожая яблоко:1 – передвижной контейнер;2 – роботизированный манипулятор; 3 – гибкий кабель; 4 – дрон; 5 – присоска;6 – ферма; 7 – опора для фермы; 8 – яблоня; яблоко.

### Литература

1. <https://bossagro.kz/17595-drony-dlya-sbora-urozhaya-xoroshaya-ideya/>
2. <https://vc.ru/tech/358237-yablochnye-drony-dlya-sbora-urozhaya>
3. <https://www.wellnews.ru/society/technology/48>
4. [https://myc.news/science/izrailskij\\_startap\\_nauchil\\_dronov\\_sobirat\\_yabloki](https://myc.news/science/izrailskij_startap_nauchil_dronov_sobirat_yabloki)
5. Ahmedov A.P., K. S. B. (2023). The method of obtaining electrical energy from the wind in the windy areas of the republic of uzbekistan. International Journal of Advanced Research in Education, Technology and Management, 2(4), 208–217. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7820228>
6. Akhmedov, Abdurakhmon Pattakhovich, Khudoyberganov, Sardorbek Bakhodirovich, Kutbidinov, Odiljon Muhammadjon Ugli Autonomous human promotion with solar batteries // ORIENSS. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/autonomous-human-promotion-with-solar-batteries>.
7. [Akhmedov, A.](#) The influence of production conditions on the electrophysical parameters of piezoceramics for different applications / [Akhmedov, A.](#), [Sauchuk, G.](#), [Yurkevich, N.](#), [Khudoyberganov, S.](#), [Bazarov, M.](#), [Karshiev, K.](#) // E3S Web of Conferences, 2021, 264, 04020.



8. Akhmedov, A. P. Innovative public transport stop with autonomous power supply / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте : Материалы республиканской научно-технической конференции, Минск, 20–21 мая 2021 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – Р. 181-184.

9. Ахмедов, А. П. Применение пьезоэлектрических преобразователей для освещения зданий / А. П. Ахмедов, С. Б. Худойберганов // Точная наука. – 2018. – № 25. – С. 2-5.

10. Akhmedov A. P., Khudoiberganov S. B, & Berdiyogrov U. N. (2022). Method for wireless transmission of electric power for supplying electric car. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(1), 109–113. Retrieved from <https://giirj.com/index.php/giirj/article/view/972>

11. Akhmedov, A. P. The use of solar panels to power the air conditioning and ventilation system of vans / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы II республиканской научно-технической конференции, 28-29 апреля 2022 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 393-397.

12. Akhmedov, A. P. Using solar panels to recharge car battery / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы II республиканской научно-технической конференции, 28-29 апреля 2022 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 433-437.