

# Дистанционное измерение характеристик почвы с помощью сельскохозяйственного робота

Гюмюш А.

биология

*5 класс, Международная школа Алабуга, г. Елабуга*

*Научный руководитель: Потапов Л.О., Международная школа Алабуга, г.*

*Елабуга*

## **Введение.**

**Основная проблема исследования** заключается в том, что традиционные способы изучения характеристик почвы (ручной сбор образцов и их лабораторный анализ) требуют больших затрат времени и труда, а также не всегда дают оперативную картину состояния больших сельскохозяйственных участков. При этом для эффективного выращивания культур важно точно знать:

- уровень влажности;
- кислотность (рН);
- содержание питательных веществ (азота, фосфора, калия и т.д.);
- температуру и другие параметры почвы.

Ручной мониторинг затруднителен на обширных полях и может приводить к ошибкам из-за человеческого фактора. Кроме того, он не позволяет регулярно и быстро получать данные для своевременной корректировки агротехнических мероприятий (например, внесения удобрений или полива).

**Актуальность исследования** Исследование актуально по следующим причинам:

Повышение урожайности. Точные данные о состоянии почвы помогают фермерам выбирать оптимальные культуры для посадки, рассчитывать дозы удобрений и планировать полив. Это напрямую влияет на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Экономия ресурсов. Дистанционное измерение позволяет избежать избыточного использования воды, удобрений и средств защиты растений. Например, если робот обнаружит, что на одном участке поля почва достаточно влажная, полив там можно отложить — это сэкономит воду и энергию.

Экологическая безопасность. Чрезмерное внесение удобрений загрязняет почву и водоемы. Точный мониторинг помогает вносить удобрения только там, где они действительно нужны, снижая экологический ущерб.

Автоматизация сельского хозяйства. Роботизация — мировой тренд в агросекторе. Использование роботов для мониторинга почвы сокращает ручной труд, ускоряет сбор данных и делает сельское хозяйство более технологичным.

Доступность для небольших хозяйств. Современные технологии часто дороги, но простые роботы с базовыми датчиками могут быть относительно недорогими. Их внедрение поможет даже небольшим фермерским хозяйствам повысить эффективность без крупных инвестиций.

Раннее выявление проблем. Робот может регулярно проверять состояние почвы и вовремя сигнализировать о негативных изменениях (например, о повышении кислотности или засолении). Это дает возможность оперативно принять меры и предотвратить потери урожая.

Развитие интереса к науке и технике у школьников. Тема сочетает биологию, экологию, робототехнику и программирование. Работа над таким проектом мотивирует учеников изучать современные технологии и может вдохновить их на выбор инженерных или аграрных профессий в будущем.

**Целью работы** было разработать методику измерения показателей плодородия почвы с использованием робота.

**Задачами исследования** было следующее:

1. Собрать данные о свойствах почвы и ее плодородии, провести анализ литературных источников.
2. Создать подвижного робота, который бы мог проводить сбор информации о состоянии почвы.

3. Подобрать оптимальный набор датчиков, которые бы измеряли свойства почвы и быстро передавали бы информацию пользователю (фермеру или ученому).

4. Испытать рабочий образец робота на практике и оценить его эффективность.

**Предметом исследования** в нашей статье является эффективность робота, способного оперативно и точно измерять параметры плодородия почвы. Мы рассматривали различные аспекты использования таких роботов, включая их способность точно получать и передавать информацию о характеристиках почвы, а также экономическую выгоду от их использования.

**Гипотеза исследования:** робот-измеритель является эффективным средством контроля показателей почвы, позволяющим повысить урожайность, экономить ресурсы, снизить использование удобрений, а соответственно и уменьшить вред окружающей среде.

### **Обзор литературы**

Дистанционное измерение характеристик почвы с помощью сельскохозяйственных роботов — актуальная тема, которая активно исследуется в контексте точного земледелия и цифровизации сельского хозяйства. Основные направления исследований включают разработку роботизированных платформ, использование датчиков и спектроскопических методов анализа, а также интеграцию данных для оптимизации агротехнических мероприятий [1, 2, 5].

В статье Г. Н. Токаевой и Э. А. Маммедовой «Разработка универсальной роботизированной платформы для исследования электропроводности почвы» представлена концепция платформы, которая автономно перемещается по полю с помощью GPS, измеряет электропроводность почвы с помощью электродов, калибруется с образцами почвы и обрабатывает данные для создания карт зон с разными характеристиками. Такая система позволяет ускорить анализ территории и повысить точность измерений по сравнению с традиционными методами [1].

Компания Cognitive Pilot разработала робота Cognitive Terra Sense с искусственным интеллектом для экспресс-анализа сельхозземель. Он позволяет

проводить анализ почвы на глубину до 60 см и получать результаты по 100 направлениям за 12 часов. Робота можно установить на трактор или беспилотную платформу [3].

В исследовании, описанном на сайте svoefarmerstvo.ru, представлена технология роботизированного агрохимического обследования (RoboAgroSur). Роботизированный комплекс (агроробот на базе вездехода) RoboProb перемещается по полю по заданному маршруту, отбирает почвенные пробы и передаёт данные для построения электронной карты поля. На основе этих данных проводится зонирование поля на уровни плодородия почв и рассчитывается карта доз дифференцированного внесения удобрений [4].

Существуют различные типы датчиков, которые используются для мониторинга почвы:

- Датчики температуры почвы помогают определить оптимальное время для посадки семян, полива и удобрения.
- Датчики влажности почвы измеряют содержание влаги в почве, что позволяет управлять системами орошения.
- Датчики электропроводности (ЕС) отражают концентрацию ионов в почвенном растворе, что связано с плодородием и засоленностью почвы.
- Датчики pH измеряют кислотность или щёлочность почвы.
- Датчики NPK определяют содержание азота, фосфора и калия в почве [5].

Данные, полученные с помощью роботов и датчиков, интегрируются в цифровые системы для создания электронных карт полей, прогнозирования урожайности и оптимизации агротехнических мероприятий. Например, в работе Е. Ю. Прудниковой «Особенности дистанционной диагностики агрохимических свойств пахотных почв» показано, что наиболее точные модели связи данных агрохимического обследования почв можно получить на основе полевого спектрометрирования [6].

Технологии точного земледелия (Precision Agriculture) позволяют рационально использовать ресурсы, снижать затраты на удобрения и воду, а также повышать урожайность [7].

### **Проблемы и ограничения**

Среди проблем, которые рассматриваются в исследованиях, — пространственное варьирование агрохимических показателей почв, необходимость калибровки датчиков, влияние человеческого фактора при традиционных методах анализа. Также отмечается, что дистанционный метод не всегда объясняет причины проблем, поэтому требуется сочетание различных методов мониторинга [2, 6].

### **Методы исследования**

В нашем исследовании мы использовали комбинацию методов мониторинга с использованием датчиков и химических методов для подтверждения полученных от робота результатов. Помимо вышеуказанных методов мы применяли средства робототехники.

Для реализации цели нашего исследования мы разработали дизайн робота, который был бы способен, во-первых, активно передвигаться по почве, а, во-вторых, измерять на равных промежутках данные о характеристиках почвы.

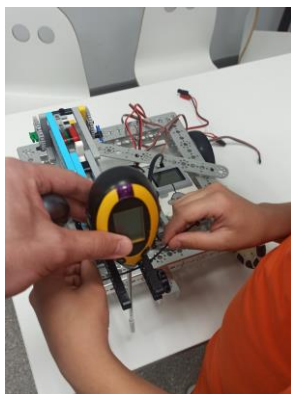
В первую очередь мы разработали дизайн подвижного каркаса робота. Затем в дизайн были добавлены различные датчики для мониторинга.

### **Ход работы.**

#### **1. Сборка каркаса**



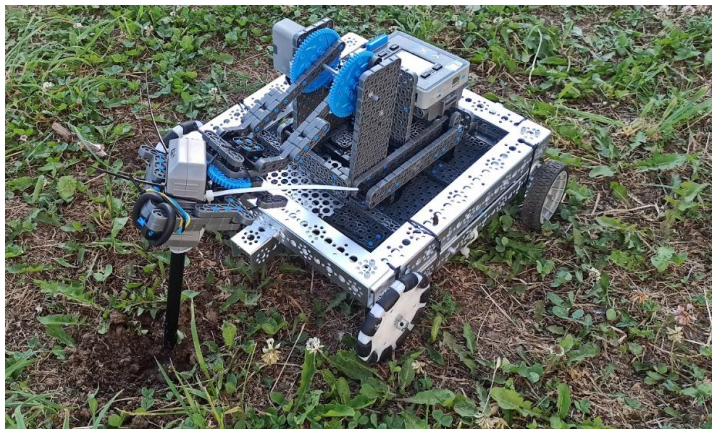
#### **2. Закрепление сенсора**



### 3. Испытания датчика



### 4. Полевые испытания



### **Результаты исследования**

В ходе поставленного модельного эксперимента, робот показал свою эффективность. После полевых испытаний робот успешно передвигался по сложной поверхности почвы и был способен измерять следующие показатели: температура, влажность, рН, комплексный показатель плодородия.

### **Выводы.**

Задачи исследования были полностью выполнены. А именно:

- был создан дизайн робота-измерителя,
- собран прототип робота, имеющего набор датчиков для мониторинга состояния почвы.

## Список литературы

1. Токаева Г. Н., Маммедова Э. А. Разработка универсальной роботизированной платформы для исследования электропроводности почвы // Вестник магистратуры. - 2025. № 4-2 (163) - С. 18-21
2. Сельскохозяйственные роботы и спектроскопические датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ai-futureschool.com/ru/mekhatronika/selskohozajstvennye-roboty-i-spektroskopia.php> (дата обращения 20.03.2026).
3. В России разработали первого робота для экспресс-анализа сельхозземель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/25614687> (дата обращения 20.03.2026).
4. Владимир Елисеев. Роботизированное агрохимическое обследование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/robotizirovannoe-agrohimicheskoe-obsledovanie> (дата обращения 20.03.2026).
5. 7 типов датчиков почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.niubolsensor.com/Product-knowledge/7-Types-Of-Soil-Sensors.html> (дата обращения 20.03.2026).
6. Прудникова Е.Ю., Савин И.Ю., Виндекер Г.В., Вернюк Ю.И., Ребух Н.Я., Фомичева Н.В., Кавиза Н.Д. Особенности дистанционной диагностики агрохимических свойств пахотных почв. Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2025;(126):68-89.
7. Михайленко И.М. Математическое моделирование и оценивание химического состояния почвенной среды по данным дистанционного зондирования земли / И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2018. — №9 (75).

