

Разработанные математические модели позволяют исследовать работу привода с наблюдателем состояния и позволяют определить требования к контроллеру для реализации наблюдателя. Они могут использоваться при проектировании приводов роботов на основе двигателей постоянного тока с наблюдателями состояния.

#### **Список цитированных источников**

1. Накано, Э. Введение в робототехнику: пер. с японского / Э. Накано. – М. : Мир, 1988. – 334 с.
2. Шахинпур, М. Курс робототехники: пер. с англ. / М. Шахинпур. – М. : Мир, 1990. – 527 с.

УДК 007.51

*Томашов В. С., Лукашевич Е. А., , Пеньковский А. В.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Касьяник В. В.*

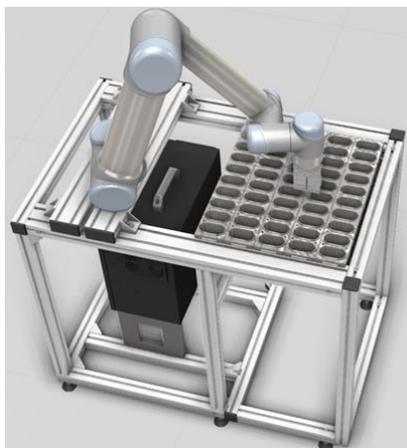
## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ИЗМЕРЕНИЮ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ**

### **Актуальность**

В современном сельском хозяйстве точное измерение кислотности почвы является важным фактором для оптимизации уровня удобрений и повышения урожайности. При несоответствии кислотности грунта у растений нарушается нормальный процесс питания и некоторые полезные вещества и соединения не усваиваются или усваиваются крайне плохо, в результате чего они растут медленно и болеют. Кроме того, низкое значение «рН» может привести к тому, что многие микроэлементы, такие как медь, цинк и бор могут оказаться для растений даже токсичными [1].

Реализация измерения кислотности на данный момент требует постоянного участия человека и использования специализированных инструментов и методов, а обработка данных производится в ручном режиме. Новые технологии автоматизации, такие как робототехнические комплексы (РТК) (см. рисунок 1), по измерению кислотности почвы позволяют автоматизировать процесс и снизить влияние человека. Однако для их работы необходимо специальное программное обеспечение, позволяющие химикам выполнять анализ и управление данными, которое должно обладать расширенной функциональностью и удовлетворять потребностям современных аграрных предприятий. В связи с этим разработка программного обеспечения (ПО) анализа и управления данными для РТК по измерению кислотности почвы становится актуальной задачей. Такое ПО должно обеспечивать управление и анализ результатов измерений, а также предоставлять пользователю удобный интерфейс.

*Целью данной работы* является разработка ПО для управления автоматизированным рабочим местом химика для станций химизации на базе РТК.



*Рисунок 1 – Модель использования РТК на автоматизированном месте*

### **Предлагаемое решение**

В лаборатории промышленной робототехники был разработан прототип РТК для измерения кислотности почв, который включает:

- коллаборативного робота, которого удобно и безопасно использовать рядом с человеком;
- измерительный прибор И-160М для проведения анализа кислотности;
- персональный компьютер и установленное на нем ПО для управления всем автоматизированным местом;

В данной работе рассматривается задача разработки ПО для анализа и управления данными измерений.

На основе анализа задачи были сформулированы следующие требования к ПО:

1. Возможность отправки сигналов и команд для работы робота и получение результатов выполнения команд.

Отправка сигналов и команд должна производиться через специальное дополнительное ПО ModBus [3], которое будет подключено к основному ПО.

ModBus – это протокол связи, который используется для передачи данных между различными устройствами, такими как компьютеры, контроллеры и роботы.

Специализированное программное обеспечение позволяет установить соединение между компьютером и роботом через модбас протокол. После установления соединения компьютер сможет отправлять команды и сигналы роботу через ModBus, что позволит управлять его движениями и действиями. Это обеспечит точность и надежность в работе робота, а также предоставит пользователю удобный интерфейс для анализа данных и контроля процесса работы робота.

2. Возможность отправки сигналов и команд для получения данных измерений с измерительного прибора, который используется в РТК.

В данном случае необходимо разработать собственный драйвер для обмена данными между компьютером и измерительным прибором.

Для обеспечения эффективной, точной и надежной передачи данных необходимо разработать протокол обмена данными между компьютером и измерительным прибором. Протокол должен определить формат сообщений, правила установления и разрыва соединения, а также способы обработки ошибок и контроля целостности данных.

Также необходимо разработать программный интерфейс (API): драйвер должен предоставлять программный интерфейс, который позволит другим при-

ложениям взаимодействовать с измерительным прибором. API должен включать функции для установления соединения, передачи данных, выполнения команд и получения результатов измерений.

3. Возможность сохранения и открытие ранее сохраненных данных.

4. Возможность экспортирования данных из ПО в отчет в формате «.xlsx».

Данная функция необходима для подробного анализа полученных данных за определенный промежуток времени. Также данная функция позволяет удобно хранить данные.

Для того чтобы реализовать данную функцию, необходимо будет подключать сторонние модули, которые позволят сформировать отчет в формате «.xlsx».

5. ПО должно быть кроссплатформенным;

Причины, почему необходимо разрабатывать именно кроссплатформенное ПО:

- максимальная доступность для пользователей;
- удобство разработки и поддержки;
- экономическая эффективность;
- возможность интеграции с другими системами.

Для реализации кроссплатформенности был выбран кроссплатформенный UI-фреймворк для .NET Avalonia [2].

В результате было разработано программное обеспечение, которое позволяет:

- управлять работой коллаборативного робота и измерительного прибора И-160М;
- собирать, хранить и анализировать полученные с измерительного прибора данные кислотности почвы.

Пользовательский интерфейс автоматизированного рабочего места оператора химика приведен на рисунках ниже (см. рисунок 2–4):

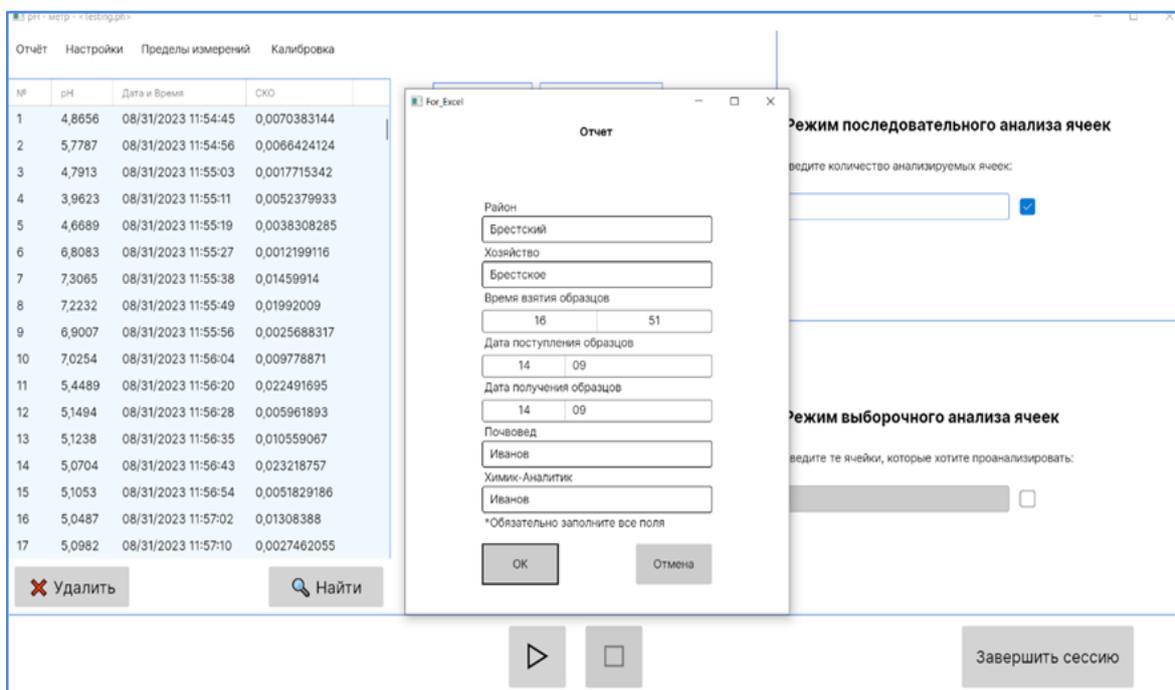
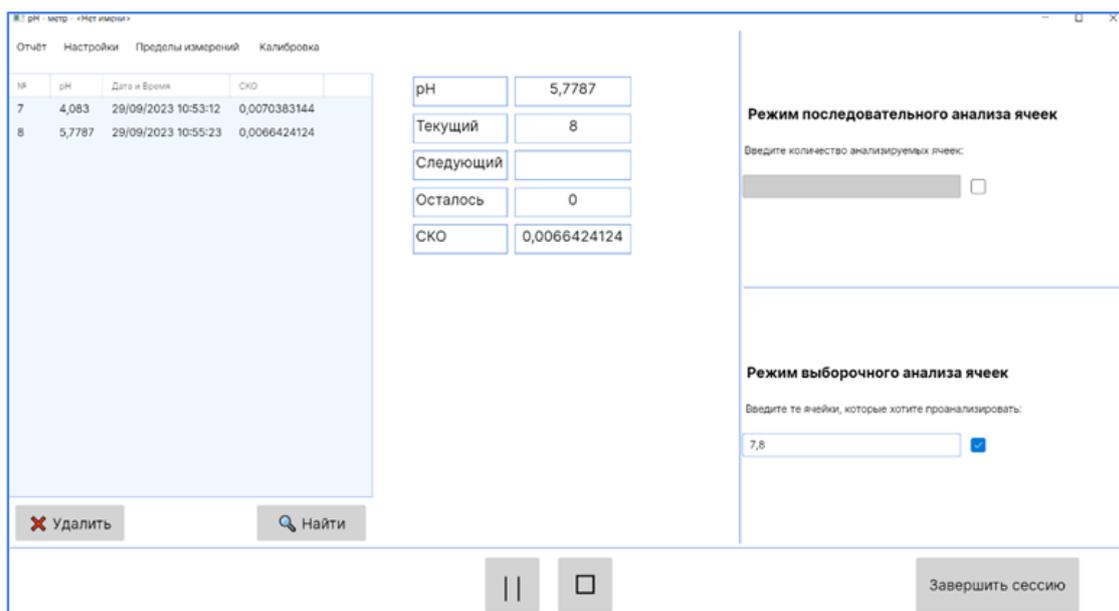
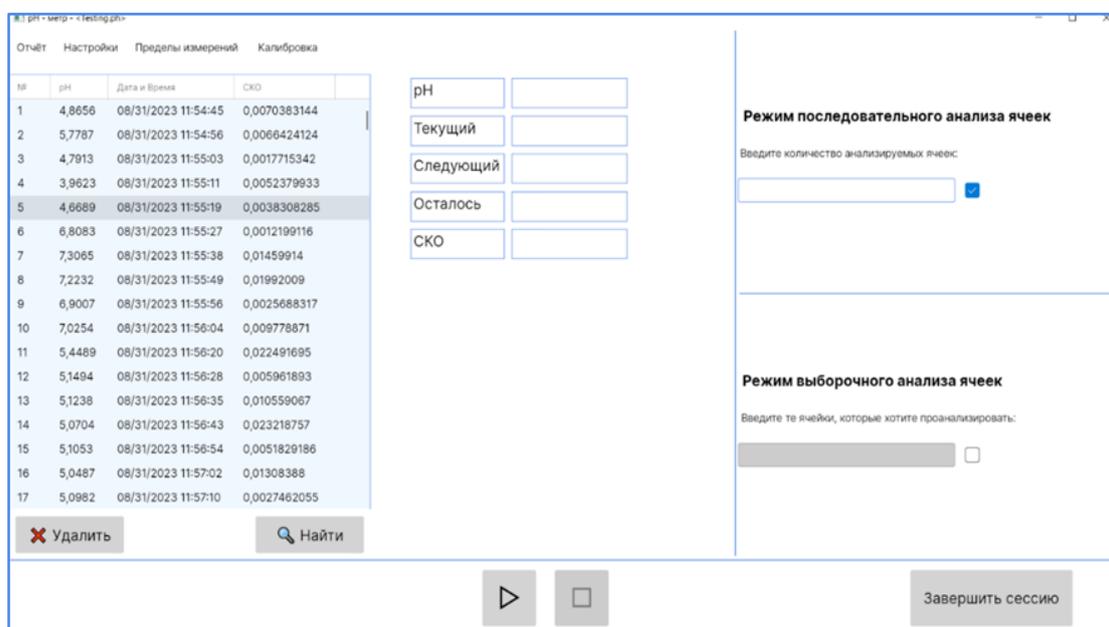


Рисунок 2 – Состояние экрана приложения после запуска процесса анализа



*Рисунок 3 – Состояние экрана приложения при формировании отчета в Excel*



*Рисунок 4 – Экран приложения в обычном состоянии*

## Результаты

В лаборатории промышленной робототехники был разработан прототип ПО для управления автоматизированным рабочим местом химика для станций химизации на базе РТК. Предложен вариант использования дополнительного специального программного обеспечения ModBus, который позволяет обеспечить коммуникацию между компьютером и роботом. Представлена концепция драйвера для установки соединения и обмена данными между компьютером и измерительным прибором. Для ухода от ограничений использования ПО на одной операционной системе представлен вариант использования кроссплатформенности с использованием специального фреймворка Avalonia.

### Список цитированных источников

1. Влияние кислотности почвы на растения. Способы нейтрализации высокой кислотности почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrostory.com/info-centre/knowledge-lab/vliyanie-kislotnosti-pochvy-na-rasteniya-sposoby-neytralizatsii-vysokoy-kislotnosti-pochvy/>. – Дата доступа: 01.10.2023.
2. Avalonia UI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avaloniaui.net>. – Дата доступа: 01.10.2023.
3. ModBus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Modbus>. – Дата доступа: 01.10.2023.

УДК 621.7-1/-9

*Хеук М. В., Дарчич Б. С.*

*Научный руководитель: Парфиевич А. Н., к. т. н.*

## ЛЕНТОЧНО-ПОЛИРОВАЛЬНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

На машиностроительных предприятиях, в условиях мелкосерийного или единичного типа производства, необходимо увеличить универсальность оборудования для снижения стоимости готовой продукции. Однако, из-за малого объема выпуска, применения единичного или типового технологического процесса и широкой номенклатуры изделий обслуживать на предприятиях большое количество узкоспециализированных станков является нерациональным. Поэтому возникает востребованность в разработке технологической оснастки, позволяющей совмещать различные операции на одном оборудовании. При этом одними из самых дорогостоящими станочным парком являются станки, выполняющие шлифование и полирование поверхностей [1].

Полирование – отделочная операция обработки деталей для уменьшения шероховатости поверхности. При этом толщина снимаемого слоя может достигать 0,03 мм, однако на данной операции невозможно исправить погрешности формы, полученные на предыдущих стадиях обработки. После выполнения полирования параметр шероховатости  $R_a$  может быть колебаться в пределах от 0,16 до 0,02 мкм, в зависимости от требований чертежа [2].

Механическое полирование поверхностей осуществляется при помощи абразивных порошков или притирочных паст, которые наносятся на полировальные круги или абразивные ленты. Так, для полирования заготовок из стали используются порошки из электрокорунда и окиси железа; для полирования заготовок из чугуна – карбид кремния и окись железа; для полирования заготовок из алюминия и медных сплавов – окись хрома. Зернистость абразива, применяющегося для полирования, обычно составляет (3–80) и зависит от припуска на обработку. Порошки при этом смешивают со смесью воска, парафина, сала и керосина [3].

Целью данной работы послужила необходимость проектирования приспособления массой до 60 кг и ограниченными габаритными размерами (длина – до 700 мм, ширина – до 550 мм, высота – до 450 мм) для полирования заготовок дли-