

**АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
НАЗЕМНОЙ И БЕСПИЛОТНОЙ
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Михайлова Софья Алексеевна

Аспирант

*Кафедра вычислительной математики и программирования МАИ, Москва,
Россия*

E-mail: sophistik@ya.ru

Научный руководитель — Зайцев Валентин Евгеньевич

В докладе представлена система автоматизации политехнической агрообработки традиционной техникой и с помощью беспилотных авиационных систем (БАС) с формализованным вводом, хранением и обработкой сведений об агрообъекте, технике, условиях выполнения операций и экономике, обеспечивающая формализованные средства планирования сценариев и сравнения различных методов обработки, позволяющие перейти от качественных рассуждений к количественному сравнению технологий.

Хранилище системы включает следующие группы данных:

- агрообъект (границы поля, препятствия, рельеф, почвенные характеристики, культура, фаза развития, допустимые окна обработки);
- техника и ресурсы (параметры тракторов и БАС, производительность, расход топлива и энергии, ограничения по рельефу);
- операции и среда (тип операции, нормы внесения, требования к точности, метеоусловия, санитарные и бесполётные зоны);
- экономика (стоимость ресурсов, амортизация, оплата труда, косвенные потери).

На этой основе вводятся сущности хранимых объектов «Поле», «Операция», «Технологический вариант» (тракторный, БАС, смешанный), «Ресурсы» и «Сценарий обработки», описываемые на формальном языке спецификаций. Предусматривается гибридный ввод данных: ручное редактирование ключевых параметров, импорт пространственных слоёв (границы, рельеф, ортофотопланы) и автоматический приём телеметрии тракторов и БАС из внешних систем.

Хранимые геометрические компоненты (границы, ограничения, маршруты тракторов и полётные линии БАС) реализуются на базе ГИС или геопространственного расширения СУБД, что упрощает расчёт площадей и длин, проверку пересечений с запретными зонами и анализ покрытия. Структурированные данные хранятся в реляционной БД, а крупные растровые и ортоизображения — во внешнем хранилище с метаданными и ссылками.

Сценарий представляет собой прикладной алгоритм с исполнителем в виде агротехнической системы, который является обходом агрообъекта на основании агротехнического задания. Типичный сценарий – вычислительный конвейер со следующими этапами: геометрическая подготовка (построение технологических линий с учётом ограничений), расчёт временных параметров (длина маршрутов, количество вылетов и разворотов, простои), оценка потребления ресурсов (топливо, энергия, трудозатраты), экономический расчёт (стоимость обработки единицы площади) и формирование интегральных показателей (производительность, ресурсоёмкость, удельная стоимость и т. п.). Конвейер реализуется на базе набора функций вычислительного ядра системы, открытого для расширения.

Алгоритмическая часть системы обеспечивает планирование (построение) сценариев, сопоставление результатов их выполнения для различных технологий, имитационное моделирование агрообработки и поддержку принятия решений по выбору технологий.

Предлагаемая система является новым средством автоматизации планирования сельхозработ, дающим новое качество их подготовки с учётом использования БАС.

Литература

1. Михайлова С.А., Зайцев В.Е. Методы, средства и технологии автоматизации программирования оптимальной агротехнологической обработки беспилотными авиационными системам. 24-я Межд. конф. «Авиация и космонавтика». 17-21 ноября 2025 года. Москва. – М.: Издательство «Перо», 2025, С. 215-216
2. Doychev E., Terziyski, A., Tenev, S., Stoyanova-Doycheva, A., Ivanova, V., Atanasova, P. Architecture and Data Knowledge of the Regional Data Center for Intelligent Agriculture. Information 2023, 14, 233.
3. Toromade A. S., Chiekezie N. R. GIS-driven agriculture: Pioneering precision farming and promoting sustainable agricultural practices. World Journal of Advanced Science and Technology, 2024, Vol. 06(01), P. 057–072.