

**ПАСИН А. В., НАЗАРОВ М. С., ЯКИМОВ А. С., БУГРАЕВ М.**

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются перспективные направления модернизации машинно-тракторного парка современного сельскохозяйственного комплекса. Исследуются возможности внедрения беспилотных летательных аппаратов в практику работы ООО «Агрофирма «Искра» Богородского района Нижегородской области.

**Ключевые слова:** модернизация машинно-тракторного парка, беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве, оптимизация сельскохозяйственных процессов, новые технологии в сельском хозяйстве.

**PASIN A. V., NAZAROV M. S., YAKIMOV A. S., BUGRAEV M.**

**PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES  
TO OPTIMIZE POTATO PRODUCTION PROCESSES**

**Abstract.** The article discusses the promising areas of modernization of the machine and tractor fleet of a modern agricultural complex and the possibility of introducing unmanned aerial vehicles into the practice of LLC Agrofirma «Iskra» of Bogorodsky district of the Nizhny Novgorod region.

**Keywords:** modernization of machine and tractor fleet, unmanned aerial vehicles in agriculture, optimization of agricultural processes, new technologies in agriculture.

В нашей предыдущей статье от 2021 года мы рассмотрели основные пути повышения эффективности использования машин при производстве картофеля за счёт адаптации к сезонным условиям работы [1] и пришли к выводу о трёх основных направлениях дальнейшей оптимизации использования машин в данном секторе АПК. В целом и в производстве картофеля в частности, можно выделить три основных направления: усовершенствование уже имеющихся машин и разработка оптимальных алгоритмов и режимов их работы; разработка комплексных механизмов и машин, сочетающих в себе сразу несколько взаимодополняющих функций; внедрение систем искусственного интеллекта в модули управления картофелепосадочных и картофелеуборочных машин.

В условиях изучения и дальнейшей оптимизации работы машинно-тракторного парка ООО «Агрофирма «Искра» Богородского района Нижегородской области» в качестве наиболее перспективных были выбраны первые два направления как наиболее экономически выгодные. Однако в предыдущем исследовании не был рассмотрен такой важный аспект, как повышение эффективности использования машинного парка при проведении мероприятий

по повышению плодородия почв и урожайности картофеля.

Пахотные угодья рассматриваемого хозяйства состоят преимущественно из светло-серой лесной легкосуглинистой освоенной почвы, для которой характерна существенная вариативность качественных характеристик даже в рамках одного пахотного участка. В этой ситуации классическая схема сплошного «равномерного» внесения удобрений не может быть названа оптимальной, ввиду усугубления дисбаланса биогенных элементов в пахотных почвах. Восстановлению данного баланса способствует использование приёмов «точного» (точечного) земледелия, когда удобрение почв осуществляется на основании специально разработанных картосхем, соответствующих фактической «пестроте» плодородия конкретного участка.

Напомним, что концепция «точного земледелия», появившаяся в конце прошлого века, основывается на идее осуществления управляющего воздействия в разных частях сельскохозяйственного поля, проведения дифференцированной обработки участков средствами защиты растений и локальных операций по улучшению почвы. Точное земледелие – одна из наиболее наукоёмких концепций ведения сельского хозяйства, требующая постоянного мониторинга новых разработок в сфере инновационного машиностроения и систем связи. С ним неотрывно связаны такие понятия как глобальные системы позиционирования (ГСП) и геоинформационные системы (ГИС), а используемая сельскохозяйственная техника предполагает наличие бортовых компьютеров, бортовых датчиков и автоматических устройств по учёту урожая. Это позволяет оперативно получать, накапливать и обрабатывать информацию о состоянии посевов или пашни.

Развитие систем спутниковой связи, широкое внедрение GSM-технологий и разработка отечественной системы ГЛОНАСС позволили оперативно получать информацию о состоянии полей, их урожайности и всхожести посевного материала. Это в свою очередь позволило создать достаточно подробные и многопараметровые картограммы посевных площадей, а также рассчитать и внедрить оптимальные маршруты для движения сельскохозяйственной техники в ходе решения актуальных сезонных задач: от допосевого внесения удобрений до уборки урожая и подкормки почв.

К примеру, использование возможностей GPS-навигации и системы ГЛОНАСС позволяет выстроить оптимальный маршрут для точечного внесения жидких удобрений при помощи ликвилайзеров. Однако использование ликвилайзеров применительно к производству картофеля имеет ряд особенностей. Данная техника может быть использована либо в допосевной период, либо после окончания уборки урожая и не может быть использована для химической защиты растений от вредителей. Использование

ликвилайзеров вписывается в идею создания многофункциональных машинных комплексов, предложенную А. Б. Калининим, И. З. Теплинским и Т. Ш. Теймуровым [2].

Большинство исследователей и аналитиков считают наиболее перспективным роботизацию сельского хозяйства и внедрение систем искусственного интеллекта в модули управления спецтехникой, что значительно облегчит работу при использовании метода координатного земледелия. На данном этапе развития технологий самообучаемого искусственного интеллекта появится возможность оперативного автоматизированного отслеживания множества разнообразных параметров: от положения машины в пространстве, до состояния почвы и необходимого объема удобрений [3]. Более подробную информацию о цифровой составляющей современного АПК в России можно найти в статье В. Е. Торикова, В. А. Погоньшева, Д. А. Погоньшевой и Г. Е. Дорных «Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства» [4].

Как отмечалось выше, точное земледелие ориентируется на использование новейших достижений науки и техники и потому в настоящее время активно изучаются возможности и перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в отраслях сельского хозяйства.

Сама идея использования средств малой авиации не нова. Подобные способы внесения удобрений и средств защиты посевов от вредителей использовались с середины XX века. Но при очевидном удобстве и возможности обработки максимальных площадей за минимальное время, этот способ имеет и ряд недостатков:

- высокая стоимость аренды и/или технического обслуживания техники;
- значительный расход воды и невозможность локального внесения удобрений;
- низкий уровень проникновения препаратов из-за большой высоты распыления;
- риск потери до 6% посевных площадей из-за следов от опрыскивания.

Устранить большую часть этих недостатков позволяет использование беспилотных авиационных средств, или беспилотных летательных аппаратов.

Необходимо отметить, что под беспилотными летательными аппаратами подразумеваются в первую очередь аппараты вертолётного типа, называемые также дронами или квадрокоптерами. Вслед за Д. А. Хабариной и Т. А. Тишаниновым можно выделить следующие направления для использования подобной техники в сельском хозяйстве:

- оценка качества посевов и выявление факта повреждения или гибели культур;
- определение дефектов посева и проблемных участков;
- анализ эффективности мероприятий, направленных на защиту растений;
- мониторинг соответствия структуры и планов севооборота;

- выявление отклонений и нарушений, допущенных в процессе агротехнических работ;
- анализ рельефа и создание карты вегетационных индексов PVI, NDVI;
- сбор информации для службы безопасности, в том числе с выявлением факта незаконного выпаса скота на полях;
- сопровождение строительства систем мелиорации;
- выполнение отдельных сельскохозяйственных технологических операций (опрыскивание, досаживание отдельных культур, аэрофото- и телесъёмка, лазерное сканирование) [5].

Рассмотрим перспективы некоторых из этих направлений. Выше уже упоминалось о возможности использования спутниковых снимков для мониторинга плодородия почв. Однако эта технология не всегда удобна. Она позволяет оценить состояние поля в целом, но требует больших затрат времени специалистов на детальное изучение снимков, качество которых не всегда бывает удовлетворительным. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с соответствующим оборудованием и возможностью оперативной передачи информации на компьютер, позволяет быстро получить качественные видео- и фотоматериалы, а также подробные координаты местонахождения отдельных участков или даже растений. Использование данных, полученных от БПЛА, совместно с программным обеспечением на основе искусственного интеллекта при наличии значительной базы верифицированных изображений позволит оперативно определять не только необходимость внесения конкретных удобрений, но и распознавать тип вредителя или болезнь, поразивших конкретное растение. ПО с подобным функционалом, позволяющее оперативно получать достоверную информацию о видовой принадлежности руд и минералов, а также о наличии меланомы у пациентов в настоящее время тестируется в лабораториях Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и Приволжского исследовательского медицинского университета соответственно. Мы полагаем, что соответствующие разработки могут быть внедрены и в секторах агропромышленного комплекса.

Кроме того, широкое внедрение робототехники при определённых условиях позволит БПЛА осуществлять забор образцов грунта по заданным координатам для проведения почвоведческих исследований. Это позволит оптимизировать работу специалистов-агробиологов и снизить временные затраты на непосредственное посещение ими экспериментальных и контрольных участков. А, например, оснащение БПЛА оптическими датчиками наличия сорных растений, разработанными А. В. Калачевым, М. Е. Пелиховым, А. И. Новиченко, А. М. Лещевым [6], позволит оперативно бороться с сорняками.

Важным, на наш взгляд направлением использования БПЛА является возможность точечного внесения удобрений и опрыскивание растений. В отличие от привычной тракторной техники использование БПЛА оказывается экономически более выгодным. Подобные аппараты менее зависимы от погодных условий и влажности почв. Благодаря конструктивным особенностям они позволяют сократить потери распыляемого материала и уменьшить объём используемых средств. Увеличивается скорость обработки поля, ввиду манёвренности БПЛА и более высокой скорости и уменьшаются расходы на углеводородное топливо, а вместе с ними и экологический след.

Использование БПЛА существенно сокращает время обработки полей, а соответственно и количество рабочих часов для оператора и его помощника. Так, А. А. Эфендиева и О. З. Загазежева в своей статье «Перспективы использования беспилотных устройств в решении прикладных задач сельскохозяйственной отрасли» дают сравнительную оценку стоимости использования традиционных сельскохозяйственных машин и БПЛА [7], а основные аспекты базовой методологии использования подобной техники для внесения удобрений и защитных средств описаны в статье коллег из Аэрокосмического института Оренбургского Государственного университета «Применение сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата для обработки сельскохозяйственных культур» [8]. Более эффективному расходованию средств защиты растений при использовании БПЛА может способствовать и разработка устройства для ультрамалообъёмного опрыскивания сельскохозяйственных растений, выполненная в 2020 году сотрудниками Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии Н. Н. Бережновым и С. Н. Быковым [9], позволяющего проводить точечную обработку малоразмерных объектов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование БПЛА позволяет оптимизировать затраты на производство сельскохозяйственной продукции и сократить временные затраты на отдельные операции. Всё перечисленное выше справедливо как для зерновых культур, так и для производства картофеля.

В настоящее время технопарк ООО «Агрофирма «Искра» Богородского района Нижегородской области не располагает БПЛА. Однако это не отменяет возможности проведения практикоориентированных исследований на экспериментальном участке с использованием арендованных БПЛА вертолётного типа в агросезонах 2023-2024 годов. На основании результатов данных исследований будут даны рекомендации по дальнейшей модернизации технопарка рассматриваемого хозяйства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров М. С., Пасин А. В. Повышение эффективности использования машин при производстве картофеля за счёт адаптации к сезонным условиям работы // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2021. – Часть I. – С. 198–203.
2. Калинин А. Б., Теплинский И. З., Теймуров Т. Ш. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля // Известия СПбГАУ. – 2021. – № 1 (62). – С. 178–190.
3. Зыков А. В., Юнин В. А., Захаров А. М. Использование робототехнических средств в АПК // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 3 (81). – С. 8–11.
4. Торигов В. Е., Погоньшев В. А., Погоньшев Д. А., Дорных Г. Е. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 9. – С. 6–13.
5. Хабарина Д. С., Тишанинов Т. А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа в сельском хозяйстве // Наука без границ. – 2021. – № 4. – С. 78–83.
6. Калачев А. В., Пелихов М. Е., Новиченко А. И., Лещев А. М. Разработка оптического датчика наличия сорных растений // Природообустройство. – 2018. – № 5. – С. 114–118.
7. Эфендиева А. А., Загазежева О. З. Перспективы использования беспилотных устройств в решении прикладных задач сельскохозяйственной отрасли // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2019. – № 4. – С. 54–59.
8. Кудрявцев Д. В., Магдин А. Г., Горбунов А. А., Нестеренко Р. А., Жанзакова Д. К. Применение сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата для обработки сельскохозяйственных культур // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 2. – С. 37–43.
9. Бережнов Н. Н., Быков С. Н. Устройство для ультрамалообъёмного опрыскивания сельскохозяйственных растений с использованием беспилотных авиационных средств вертолётного типа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 12. – С. 126–130.