

2. Комлач, Д.И. Формирование структуры парка сельскохозяйственной техники в растениеводстве на основе реализации системы перспективных машин / Д.И. Комлач, Н.Г. Бакач, В.И. Володкевич, А.В. Шах // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы междунар. науч.-техн. конференции посвящ. 75-летию образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 20–21 октября 2022 г.) /редкол. : П.П. Казакевич [и др]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – С. 41–46.

УДК 631.171/62-529

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК ПУТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Азаренко В.В.¹, член-корреспондент НАН Беларуси, д.т.н.,
Бакач Н.Г.², к.т.н., доцент**

*¹Национальная академия наук Беларуси,
²РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства),
г. Минск, Республика Беларусь,*

Введение. Обеспечение механизации и автоматизации технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции в агропромышленном комплексе определяет уровень развития сельского хозяйства. При этом большую роль в данном направлении занимает агроинженерная наука, которая направлена на обеспечение технического уровня сельского хозяйства, отвечающий современным требованиям производства растениеводческой и животноводческой продукции [1].

В тоже время сегодня сельхозпроизводители при производстве растениеводческой продукции сталкиваются с различными проблемами.

Во-первых, это климатические факторы, такие как осадки, температура и влажность, которые играют важную роль в жизненном цикле сельского хозяйства. В зависимости от

климатических изменений сельхозпроизводителям порой сложно принимать решения о сроках подготовки почвы, посева семян и уборке урожая.

Во-вторых, каждая культура требует определенного питания и ухода, без которых невозможно получить высококачественную продукцию.

Поэтому отрасль ищет пути их решения, в том числе, позволяющие выращивать более здоровые культуры, бороться с вредителями, контролировать почву и условия выращивания, систематизировать данные, помогать с рабочей нагрузкой и улучшать широкий спектр задач, связанных с сельским хозяйством, во всей цепочке выращивания и поставок продуктов питания. И одним из путей является использование цифровых и сенсорных технологий, спутниковой навигации, технологии позиционирования, а также Интернета вещей для мониторинга и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства.

Основная часть. Сегодня значимость цифровых технологий в жизнедеятельности человека, и особенно, для производства сельскохозяйственной продукции – ощутима.

Как известно, процесс производства растениеводческой продукции многовекторный и в зависимости от возделываемой культуры включает различные этапы, которые можно разделить на несколько частей [2] (*рисунок 1*).

Начальный этап – это подготовка почвы, включающая в себя процессы по созданию идеальных условий для посева семян.

Следующий – посев семян, где важную роль играют такие климатические условия, как температура, влажность и количество осадков, а также соблюдение требуемого расстояния между семенами и глубины их заделки.

Также важным этапом является внесение удобрений, которое направлено на поддержание плодородия почвы и выращивание здоровых культур и качество урожая и так далее.

В тоже время следует отметить широкое разнообразие размеров и видов сельхозпроизводства, климатических условий, методов ведения сельского хозяйства и производства в сельхозпредприятиях Республики Беларусь.



Рисунок 1. – Жизненный цикл производства растениеводческой продукции

Сегодня можно уже констатировать, что в какой-то мере, наблюдается и технический разрыв между мелкими и крупными сельхозпроизводителями, поскольку мелким хозяйствам и фермерам порой не хватает инвестиционного капитала для приобретения современных технологий.

Поэтому ученые Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, основной деятельностью которого является создание современных отечественных комплексов машин и оборудования для механизации и автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства, работают по созданию цифровых и автоматизированных систем отечественного производства.

Известно, что производство растениеводческой продукции включает технологические операции, где для их выполнения сочетаются энергосредство и сельскохозяйственная машина. При этом рациональное их сочетание позволяет получать и экономическую выгоду.

Для автоматизированного комплектования рациональных машинно-тракторных агрегатов, нормирования работ самоходных и стационарных машин, экономического расчета технологической операции учеными НПЦ разработано онлайн-приложение «Agronaut» (рисунок 2), в котором сформированы отдельные

модули для прогнозирования метеоусловий, формирования оптимальных транспортных маршрутов, расчета расхода материальных ресурсов, просмотра и анализа результатов расчетов.



Рисунок 2. – Фрагмент из онлайн-приложения «Agonaut»

Соответственно, если у нас сформирован машинно-тракторный агрегат, требуется отследить за его эффективной работой. Для этого учеными разработаны бортовой компьютер машинно-тракторного агрегата (МТА) и система их дистанционного мониторинга.

Так, комплект бортового компьютера МТА предназначен для установки на сельскохозяйственную технику отечественного производства (трактора, комбайны, прицепные устройства и др.) с целью повышения эффективности выполнения сельскохозяйственных работ. Данный комплект позволяет определять текущие координаты, приём и обработку дифференциальных поправок для определения местоположения с сантиметровой точностью, а также отображает отклонение движения МТА от заданной траектории с выдачей корректирующего сигнала на исполнительный механизм управления МТА для обеспечения подруливания.

Кроме того, бортовой компьютер осуществляет сбор и отображение на дисплее таких рабочих параметров трактора как: текущая частота вращения коленчатого вала двигателя, напряжение бортовой сети, процент использования крутящего момента двигателя, процент нажатия педали акселератора, температура охлаждающей жидкости, давление масла в двигателе, уровень охлаждающей жидкости, процент использования мощности двигателя, процент «буксования» ВОМ, время работы двигателя,

мгновенный расход топлива, давление во впускном коллекторе, температура во впускном коллекторе, экономия/перерасход топлива в зависимости от заданной нормы расхода топлива, удельный расход топлива и др. При этом все полученные данные передает на сервер по GSM/GPRS каналу связи.

Одновременно, создано и программное обеспечение, позволяющее взаимодействовать с узлами и агрегатами, визуализировать параметры МТА. Взаимодействие с сельскохозяйственным оборудованием осуществляется по стандарту SAE J1939 и ISO 11783 «ISOBUS».

Данная система дистанционного мониторинга позволяет в режиме реального времени определять состав МТА, отображать маршрут движения с указанием пройденного пути, общее время работы, отклонение расхода топлива от установленного по норме для данного вида работ, максимальную и среднюю скорости движения агрегата, а также расчет обработанной площади и другие параметры.

В системе ухода за пропашными культурами учеными разработана автоматическая управляемая навесная система для ориентации пропашного культиватора по рядкам относительно трактора с помощью систем технического зрения и автоматического управления. В основу работы аппаратно-программного обеспечения положена концепция использования оптического сигнала для получения визуальной информации о положении растений в рядке, которая передается на блок управления, а тот, в свою очередь, посредством гидроцилиндров смещает культиватор в нужную сторону.

Например, при обработке сахарной свёклы система технического зрения способна на основе использования технологии искусственных нейронных сетей глубокого обучения четко определять листья свёклы, а специально разработанный алгоритм выявления центра междурядья направляет подвижную часть культиватора в требуемую сторону для нивелирования неточности хода трактора.

Одними из трудоемких процессов в производстве овощной продукции является подготовка их к реализации, где в основном используется физический труд. При этом максимальным фактором их рыночной стоимости является внешний вид. Поэтому учеными

НПЦ совместно с программистами Объединенного института проблем информации НАН Беларуси создано программное обеспечение для оптической системы распознавания некондиционных клубней картофеля, где полученные с видеокamеры изображения клубней обрабатываются и формируются в образы, с последующим распознаванием и подачей сигнала исполнительному устройству системы автоматической инспекции для удаления некачественного картофеля, которое происходит под струей сжатого воздуха. Апробация данного программного обеспечения проходила на созданном макетном образце, состоящего из рамы, вальцово-падающего конвейера, механизмов привода, системы распознавания, включающей видеокamеру и персональный компьютер, и пневматическую систему отделения (рисунок 3) [3]. Данная система позволяет повысить качество технологического процесса сортировки картофеля и сократить затраты ручного труда на предпродажную доработку клубней.



Рисунок 3. – Макетный образец автоматической сортировальной машины

Начальный этап – это подготовка почвы, включающая в себя процессы по созданию идеальных условий для посева семян.

Следующий – посев семян, где важную роль играют такие климатические условия, как температура, влажность и количество осадков, а также соблюдение требуемого расстояния между семенами и глубины их заделки.

Также важным этапом является внесение удобрений, которое направлено на поддержание плодородия почвы и выращивание здоровых культур и качество урожая и так далее.

Заключение. Следует отметить, что цифровизация и автоматизация сельскохозяйственной практики позволяет производить сельскохозяйственную продукцию со все более высокой эффективностью и все более низким воздействием на окружающую среду и, главное, независимым от влияния человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакач, Н.Г. Технический прогресс в сельском хозяйстве Республики Беларусь и 75-летняя роль в нем НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства/ Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. научн.-техн. конф., посвящ. 75-летию образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 20-21 октября 2022г.) – Минск: Белорусская наука, 2022. – с.19-26.

2. Иванов Н.М., Бакач Н.Г. Точное земледелие – главный аспект для развития АПК Беларуси и Сибири. // Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы Международной научно-технической конференции (р.п. Краснообск, 7–8 октября 2021г.) / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук. – Новосибирск, 2021. – С. 7–12.

3. Курилович М.И., Голдыбан В.В. Основные требования к системам отделения некондиционных клубней картофеля/ Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. научн.-техн. конф., посвящ. 75-летию образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 20-21 октября 2022г.) – Минск: Белорусская наука, 2022. – С. 76–78.