

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

J. Pisarenko

ABOUT THE COMPONENTS OF INTELLECTUAL SUPPORT SYSTEM FOR AGRONOMIC SOLUTIONS "CONTROL_AGROTEP"

The some components of intellectual support system for agronomic solutions are shown.

Key words: intellectual support system, agronomic solutions, intellectual robotics.

Описано компоненти інтелектуальної системи підтримки агрономічних рішень.

Ключові слова: інтелектуальна система підтримки, агрономічні рішення, інтелектуальна робототехніка.

Описаны компоненты интеллектуальной системы поддержки агрономических решений.

Ключевые слова: интеллектуальная система поддержки, агрономические решения, интеллектуальная робототехника.

© Ю.В. Писаренко, 2016

УДК 004.896

Ю.В. ПИСАРЕНКО

ОБ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ АГРОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП»

Дистанционное зондирование – это важное средство получения информации о состоянии природных и техногенных объектов, об экологической обстановке территорий для задач контроля эффективности используемых агротехнологий, включая оптимальное управление основными стадиями производства агрокультур. Также дистанционное зондирование является эффективным средством предупреждения опасных техноэкологических происшествий (ТЭП), на основе которого в Институте кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины разрабатываются технологии оптимального управления многоуровневыми биотехнологическими и природотехническими комплексами.

Проблема обеспечения продовольственной безопасности – это одна из ключевых. Для ее решения необходим устойчивый рост эффективности производства на предприятиях агро-промышленного комплекса (АПК). А это, в свою очередь, невозможно без использования новых информационных технологий. Данная тема особенно актуальна для аграрных регионов, каким и является Украина.

В сельскохозяйственном производстве имеется множество задач по планированию, экономике и организации, для решения которых необходимо прояснение и исследование многофакторных зависимостей, нахождение на этой основе оптимальных. Сущность оптимизации заключается в выборе наилучшего варианта развития производства, а одним из ее основных методов является разработка экономико-математических моделей.

Эти модели должны отражать не только наиболее существенные особенности и взаимосвязи производства, но и учитывать тенденции его развития. Можно выделить ряд слабоформализованных задач в сельском хозяйстве, которые имеют сложную многофакторную структуру и могли бы решаться с помощью интеллектуальных информационных систем: планирование и прогнозирование посевной, уборочной кампании, цен на продукцию, урожайности, оценка зеленых угодий, анализ инфекционных заболеваний, оптимизация внесения удобрений и др. Для решения данных задач привлекаются высококвалифицированные специалисты, что не всегда возможно в сельской местности.

Экономическое обоснование создания и внедрения интеллектуальной системы «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП». С математической точки зрения речь идет об исследовании класса задач, в которых отыскивается максимум или минимум некоторой функции. При этом область существования максимума или минимума ограничена технологическими, техническими, экономическими условиями в виде аналитических зависимостей. Выбор методов решения таких задач определяется рядом причин и зависит, прежде всего, от того, в какой математической форме представлены эти условия. Фактическая ценность таких моделей непосредственно зависит от достоверности и полноты информации, от того, насколько правильно в ней выражены взаимосвязи производства, учтены тенденции его развития.

В общем случае при функционировании системы необходимо максимизировать следующую функцию:

$$\max \sum_i^m s_i(\{p_k\})c_i^s - \sum_i^n a_i(\{p_k\})c_i^a, \quad (1)$$

где s_i – операция принятия решения системой (такт); a_i – операция принятия решения агрономом; $\{p_k\}$ – множество признаков (имеет разную мощность для системы и агронома, признаки могут отличаться по количеству и характеру); c_i^s и c_i^a – стоимость проведения сбора данных системой и агрономом.

Для этого необходимо ввести понятие риска при принятии правильных решений как агрономом, так и системой. Но систему необходимо научить предлагать больше правильных решений на основе оперативного интеллектуального анализа полученных и сохраненных данных. Для этого возникают такие задачи:

- сформулировать дерево целей, дерево задач;
- сформировать схему технологического процесса;
- разработать механизм регулирования протекания процесса посева и выращивания культуры;
- разработать алгоритм принятия решений.

Необходимые базы данных интеллектуальной системы (ИС) «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП»:

- 1) типичные виды коэффициентов спектральной яркости для ряда видов растительности, возникающих в задачах распознавания объектов агропрома;
- 2) методы дистанционного зондирования ландшафтных объектов в оптическом (видимом и ближнем инфракрасном (ИК)) диапазоне длин волн;

3) технопарк интеллектуальных роботов (мобильные стационарные носители сенсоров, информационно-аналитическая система поддержки его работы).

Техническое обеспечение ИС «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП». Для обработки посевов с целью повышения урожая используют два основных способа воздействия:

1) механический – заключается в применении сельскохозяйственных машин и агрегатов. Например, используются пропашные культиваторы;

2) химический – заключается в использовании:

2.1) удобрений (минеральные, органические);

2.2) средств защиты растений (гербициды, фунгициды, инсектициды).

Для внесения удобрений и средств защиты используются разбрасыватели минеральных удобрений и опрыскиватели соответственно, которые агрегируются с с/х техникой.

Для наблюдения за посевами рекомендуется получать информацию следующих типов (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Типы информации о посевах и способы получения

№	Тип информации	Способ получения	Пример
1	Метеорологическая	Метеостанция	Мини метеостанция Weather Meters для Arduino Vantage Vue 6250EU DAVIS INSTRUMENTS
2	Микробиология, состав грунта	Анализ грунта	Выезд на поле оперативной бригады и взятие проб
3	Визуальная (формат выборки: фото, образцы зараженных растений, определением фитопатологий, очагов заражений, вредителей)	Фотокамера	Инфракрасная камера Tetracam

Програмное обеспечение ИС «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП включает такие общие подсистемы:

- картографическое программное обеспечение;
- информационно-аналитическая система поддержки технопарка интеллектуализированных роботов;
- программное обеспечение распознавания состояния посевов.

Научные основы использования ИК-диапазона. Получение хорошего урожая для фермера на земле – это главная цель его деятельности. Принятие агрономических решений на различных стадиях технологического процесса про-

исходит в условиях недостаточной информации, ее неопределенности. Поэтому агроном всегда сталкивается с риском.

Интеллектуальная система должна помочь выполнять функции агронома. В табл. 2 приведены функции агронома в технологическом процессе и предложенные элементы информационных технологий.

ТАБЛИЦА 2. Функции эксперта-агронома и информационной системы

№	Функции агронома	Вариант предложений информационной технологии
1	Оценка готовности поля к посеву определенной культуры	Картограмма состояния почвы, полученная по результатам анализа взятых проб грунта; картограмма внесения точных доз удобрений, питательных веществ, бактерий, органических удобрений
2	Определение срока проведения посева	Сезонные подсказки наиболее эффективного времени для посева
3	Наблюдения за посевами	Выявление очагов заражения вредителями
4	Определение срока сбора урожая	Данные разведки средствами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), средств дистанционного зондирования

На протяжении вегетативного периода функция наблюдения за посевами является основной. В течение этого времени принимаются решения – корректирующие меры по максимизации урожая.

Большинство информации, обрабатываемой агрономом, имеет визуальный характер. Объектами интереса является поле в целом, часть поля, экземпляр растения, часть растения. Таким образом, объекты можно классифицировать по размерам и для каждого класса выделить характеристические признаки, с помощью которых будет проводиться распознавание.

Состояние посевов можно оценивать не только с помощью видимого диапазона, но и с помощью инфракрасного диапазона. Преимущество ближнего инфракрасного излучения заключается в том, что оно почти все отражается от растения.

Совместно с ООО «Робософт» [1, 2], СПД «Шитов В.Н.» разработана концепция и основные элементы комплексной системы планирования урожая «Кабинет агронома» как часть интеллектуальной системы «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП».

Базовые функции «Кабинета агронома»:

- картографирование поля;
- отбор почв;
- детальное формирование данных для анализа химического состава почвы с учетом истории посевов;
- рекомендации о внесении комбинации компонент удобрений для оживления почв для пары «грунт-агрокультура» для доставки микроэлементов растению естественным способом через природных агентов почвы (на основе метода

канд. сельс.-хоз. наук Гельцер Фани Юрьевны [3] и текстуры микробного комплекса, изучаемой д-ром сельс.-хоз. наук Патыкой Николаем Владимировичем [4]);

- мониторинг БПЛА с использованием ИК-камер.

Рассмотрим подробнее этапы комплексной системы планирования урожая:

1 этап: электронные карты поля:

- планирование производственных процессов;
- точный расчет удобрений и посевного материала;
- обследование почв с учетом рельефа.

2 этап: агрохимический мониторинг поля:

- экономия средств на покупке минеральных удобрений;
- получение данных для внесения необходимых элементов в виде микроудобрения;

- снижение химической нагрузки на почву.

3 этап: комплекс макро- и микроэлементов:

- увеличение урожайности культур (от 20 % до 75 %);
- увеличение сопротивляемости растений;
- увеличение сопротивляемости растений болезням и вредителям.

4 этап: бесплатный он-лайн сервис «Кабинет Агронома»:

- оперативное получение результатов анализов почвы;
- аналитика поля;
- он-лайн наблюдение автопарка заказчика;
- просчет посевной;
- получение рекомендаций по полю [5].

Выбор мультиспектральной камеры. В табл. 3 приведены данные пяти камер линейки TetraCam [6]. Основываясь на том, что главным параметром является вес аппарата, выбор остановлен на камере Mini-MCA, в ней используются фильтры на каждый диапазон (канал), чего нет в остальных 4-х камерах. Рассмотрены такие пять камер:

- ADC – цифровая камера для применения в аграрном секторе;
- ADC Air – камера ADC, устойчивая к погодным условиям, оптимальный вариант для пилотируемых летательных аппаратов;
- ADC Lite – легковесная версия камеры ADC, оптимальный вариант для беспилотных летательных аппаратов;
- ADC Micro – ультралегкая камера (90 г.) – оптимальное решение для малых БПЛА;
- Mini-MCA – компактная версия системы MCA.

ТАБЛИЦА 3. Сравнительная таблица параметров камер линейки TetraCam

	ADC	ADC Air	ADC Lite	ADC Micro	Mini-MCA
Площадь поля, га	100	100	100	100	100
Снимков с 122 м	134	134	134	149	178
Снимков с 915 м	3	3	3	3	4

Моделирование параллельного вождения сельскохозяйственных тракторов и мониторинг всходов с помощью БПЛА. В рамках разработки информационной технологии интеллектуальной системы «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП» сформулирована актуальная и перспективная задача:

1) смоделировать процесс обработки поля трактором с применением системы параллельного вождения тракторов;

2) разработать подход к вычислению вегетативного индекса всхожести с помощью данных мониторинга, полученных с борта БПЛА.

Рассматриваются базовые компоненты подсистемы «Экогрунт» для автоматизированного контроля состава грунтов для производства заданных агрокультур. Подсистема «Экогрунт» – это часть информационной технологии интеллектуальной системы «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП».

Входные и выходные данные ИАС «АГРОТЭП», как части ИС «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП» показаны на рисунке. Общий состав подсистем ИАС «АГРОТЭП», включая подсистему «Экогрунт» описан далее.



РИСУНОК. Входные и выходные данные ИАС «АГРОТЭП»

Базовый состав БД информационного обеспечения ИАС «АГРОТЭП» определяют две БД и дополнительные подсистемы:

- 1) БД геоинформационной системы (различные картограммы (слои);
- 2) БД «Учет» собственно БД ИАС;
- 3) справочники;
- 4) журналы (временной фактор);
- 5) парк сельхозтехники;
- 6) средства ДЗЗ, БПЛА.

Подсистема визуализации предназначена для представления в графическом виде картограмм, таблиц.

Подсистема планирования «Экогрунт» рассчитывает результат ожидаемого сочетания «эффективность – риски» при планировании урожая заданной культуры на «местных» грунтах с добавками минеральных удобрений или содержимого отстойников бытовых сточных вод.

Подсистема планирования «Экогрунт» позволяет на основе истории (различных типов журналов) и картограмм определить:

- 1) культуру для возделывания в текущем году на заданной территории;
- 2) агротехнологический процесс с временными рамками и требуемыми средствами.

Подсистема оперативного управления:

- на основе текущей ситуации (погода, состояние посевов, степень созревания и др.) позволяет уточнить технологические операции;

- управлять движением тракторов.

Подсистема планирования использует библиотеку математического аппарата ИАС (оптимизационные задачи типа распределения ресурсов, кластерный анализ, расчет рисков и т. п.), входные и выходные данные БЗ и базы знаний ИАС «АГРОТЭП».

Элементы подсистемы справочники: 1) плодородие почв; 2) генетическая трансформация, растений; 3) космическая съемка территориальной динамики растительности.

Выводы. Описаны отдельные компоненты интеллектуальной системы «УПРАВЛЕНИЕ_АГРОТЭП», в основе назначения и работы которой лежит триада: «Селекция с/х растений» + «Управление плодородием грунтов» + «Дистанционный мониторинг территорий».

1. <http://www.kspu.com.ua/#>
2. <http://agroportal.com.ua/Fertilizers/read>
3. Гельцер Ф.Ю. Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений. М.: МСХА. 1990. 133 с.
4. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Лауреати_Державної_премії_України_в_галузі_науки_і_техніки_\(2012\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Лауреати_Державної_премії_України_в_галузі_науки_і_техніки_(2012))
5. rc-it.ru/category/ресурсный-центр/project/проект-бпла-в-энергетике
6. <http://tetracam.net>

Получено 06.10.2016