Журнал является рецензируемым. Это означает, что научную новизну авторских статей оценивают независимые слепой эксперты. И делают они это ответственно и беспристрастно. Более 3/4 статей, поступающих в редакцию журнала, рекомендуется к доработке с повторной экспертизой. Порядка 10 % статей отклоняются по причине плагиата и низкого качества представленного материала. Экспертное заключение, несомненно, повышает качество написания статей и ответственность авторов.

Основное направление – научные исследования в области развития сельских территорий

Издатель: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ 410012, г. Саратов, Театральная пл., д. 1

Ответственный редактор:
Муравьева М.В. - канд экон.наук, доцент (Саратов)
Члены редакционной коллегии:
Ковалева Т.Н. -канд.экон.наук, доцент (Москва)
Воротников И.Л. - докт.экон.наук, профессор (Саратов)
Суханова И.Ф. - докт.экон.наук, профессор (Саратов)
Анфиногенова О.Н.-патентовед

Связаться с ними по вопросу публикации статей можно по телефону 8 (906) 300 -69-40 или по электронной почте zesain@yandex.ru.

Требования к статьям можно найти в открытом доступе в сети : http://agroforsait.ru/авторам-2/

Журнал зарегистрирован

Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Эл № ФС77-63838 от 27 ноября 2015 г

(электронное периодическое издание)

Договор РИНЦ 249-06/2017

Выпуск от 1 ноября

СОДЕРЖАНИЕ

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ОРОСИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ 3

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ В СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ 22

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН КОРИАНДРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК «АРОМАТ» 29

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ 45

РАЗРАБОТКА МНОГОУРОВНЕВОЙ ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ 62

УДК 62-522.2.

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ОРОСИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Авторы:
Соловьев Д.А., Журавлева Л.А., Колганов Д.А.
Лонькин А.П., Рыбалкин Д.А., Соловьева В.А.

ROBOTIC IRRIGATION COMPLEX WITH INTELLIGENT-ADVISING CONTROL SYSTEM

Authors:

Soloviev D. A., Zhuravleva L. A., Kolganov D. A
. Lonkin A. P., Rybalkin D. A., Solovyova V. A.

Ключевые слова. *Роботизированный оросительный комплекс научная инфраструктура, Саратовская область, аграрный университет, кадровое обеспечение*

Keywords. *Robotic irrigation complex scientific infrastructure, Saratov region, agrarian University, staffing*

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности в современном мире яв-ляется одной из важнейших задач развития сельского хозяйства. Согласно прогнозам, производство продовольствия во всем мире должно увеличиться на 70-100 процентов к 2050 году, чтобы удовлетворить потребности девяти-миллиардного населения.

Борьба за повышение плодородия почв ведется разными способами и бессистемно, что заметно снижает эффективность применяемых технологий. Необходим новый подход к ведению сельского хозяйства.

Стандартное расписание обработки (сплошная обработка, полив, удоб-рение, химизация) не учитывают локальных особенностей местности и при-водят к неэффективному результату и перерасходу ресурсов. Необходимо внедрение новых форм управления и уменьшение влияния «человеческого фактора», более эффективного использования сельхозтехники, сокращения затрат на производство

продукции, удобрения, ядохимикаты, а также повы-шение урожайности сельскохозяйственных культур.

Одним из перспективных направлений ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве является "точное земледелие", другими словами – это оптимальное управление каждым квадратным метром поля. Целью такого управления является получение максимальной прибыли при условии опти-мизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов.

Основная часть. Результаты исследования.

Обработка и полив полей производится в зависимости от реальных потребностей выращиваемых в данной области культур, климатических факторов, гидрогеологии, геоморфологии и др. Потребности в обработке почвы, растений ядохимикатами, необходимом количестве удобрений, поливе определяются с помощью современных информационных технологий, включая космическую съемку. При этом требуемые ресурсы дифференцируются в пределах различных участков поля, давая максимальный эффект при минимальном ущербе окружающей среде и снижении общего расхода применяемых веществ.

Одним из наиболее важных вопросов, решенных в последнее время в странах Европы, было нахождение оптимального уровня использования воды, удобрений и химикатов в растениеводстве, определение норм и доз их внесения, исключающих негативное воздействие на почву, растения и окружающую среду, а также поддержание оптимальной влажности корнеобитаемого слоя почвы, в частности, оптимизация нормы полива в режиме реального времени. Полученные статистические данные количества внесенных удобрений и воды в каждую точку поля и получаемых результатов, урожайности позволяют в дальнейшем корректировать расход удобрений и воды, обеспечивая экономию, экологическую безопасность и, снижая, в конечном счете себестоимость продукции.

Технологии орошения современными средствами полива не всегда соответствуют агрономическим требованиям возделывания сельскохозяйственных культур, наблюдается большая пестрота влажности почвы одного и того же поля на микроучастках. Из-за микрорельефа поверхности почвы, условий обработки почвы, сноса осадков ветром при поливе и других причин неоднородность увлажнения почвы достигает 20 % НВ и более, что приводит к недобору урожая до 30 % и более. Необходима автоматическая корректировка нормы полива при движении по кругу. Постоянная норма полива во времени, также не соответствует требованиям, требуется корректировка в зависимости от метеоданных, влажности почвы, состояния посевов.

Таким образом, ***актуальным является:***

-разработка новых принципов, методических подходов, методов, алгоритмов для перехода к «интеллектуальному», «цифровому» сельскому хозяйству, основанному на применении автоматизированных систем принятия решений, автоматизации и роботизации производства;

-разработка систем управления сельскохозяйственными машинами, обеспечивающих удаленный контроль работы, сбор, обработка и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов;

-разработка роботизированных оросительных комплексов, выполняющих технологические операции внесения удобрений и полива;

-разработка аппаратно-программного комплекса для ведения прецизионного полива;

-комплексное внедрение точного земледелия с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур при экономном расходовании ресурсов (воды, удобрений, агрохимикатов, электроэнергии, человеческого труда), а также снижения экологической нагрузки на природу внедрением энергосберегающей экологически безопасной технологии производства сельхозпродукции;

-вывод на рынок новой научно-технической продукции, отечественного производства, разработанных современных технологий.

В Саратовском государственном аграрном университете имени Вавилова Н.И. ведутся научно-внедренческие исследования, направленные на создание техники полива, а также технологий повышения продуктивности сельскохозяйственных земель на основе цифровых, интеллектуально-советующих систем управления сельскохозяйственными машинами, обеспечивающими внесение удобрений и полив.

Патент РФ. RU № 2317153; № 2321250; № 2315470; 2316947, № 2316946; № 2324333; №2629233, №2654341; №26246 909; №2643841; Полезная модель №173434 , № 173433.

Хорошо себя зарекомендовали роботизированные оросительные комплексы «КАСКАД» с возможностью прецизионного орошения, рис. 1-3.

Система управления обеспечивает контроль функционального состояния, управление работой, дистанционного управления по сотовой связи со встроенной интеллектуально-советующей системой.

Рисунок 1- Роботизированный оросительный комплекс «КАСКАД»

Рисунок 2– Элементы конструкции

Рисунок 3 – Роботизированный комплекс «КАСКАД» в работе

Точный полив дождеванием в зависимости от потребной нормы полива каждого участка поля позволяет значительно снизить расход воды и энергии.

В настоящее время ведутся разработки по оптимизации технологии совмещения процесса полива и внесения удобрений, и пестицидов, позволяющие сократить затраты на внесение удобрений при помощи специальной техники, а также уменьшить количество проходов сельскохозяйственной техники в поле.

Концепция точного орошения основывается на представлении о неоднородных условиях для развития растений в пределах одного поля. Разработанная система управления позволяет не усреднять значения, характеристики и показатели для всего поля.

Рассмотрим процессы, происходящие в почве при движении комплекса и выдаче поливной нормы.

В начале вегетационного периода сельскохозяйственных культур начальные влагозапасы определяются по формуле, м^3/га :

$$W_0 = 100h\gamma_{ГР}\,\beta_{Н},$$

h – расчетный слой увлажнения почвы, м;

$\gamma_{ГР}$ –плотность почвы в расчетном слое, г/см^3;

$\beta_Н$ – влажность почвы равная наименьшей влагоемкости, % от сухой массы почвы.

Уравнение водного баланса активного слоя применительно к одному поливу определяется из выражения:

$$Et=(W_0 - W_K)+M+P_{OC}+V_{ГР} - П_0$$

Et–суммарное водопотребление, равное интенсивности водопотребления за определенный отрезок времени;

W_K – влагозапасы после воздействия дождя (конечные влагозапасы);

M – поливная норма; P_{OC} – осадки;$V_{ГР}$ –подпитка грунтовыми водами; и $П_0$ –потери на сток и фильтрацию.

Для упрощения P_{OC}, $V_{ГР}$ и $П_O$ можно пренебречь или их величину учесть в поливной норме.

Влагозапас активной зоны (W_K) до прохода комплекса:

$$W_K = W_O - Et,$$

t – время от начала полива (начальная точка движения последней тележки по окружности, равной радиусу полива) до подхода к конечной точке полива. Конечная точка полива зависит от выбранной схемы движения. При поливе за круг – это время оборота оросительного комплекса. При поливе половины круга с реверсом – время прохождения некоторой части дуги окружности.

Как только суммарное испарение за сутки превысит запас продуктивной влаги, соответствующей влажности в активном слое почвы 80% НВ, должен быть назначении полив. Норма полива рассчитывается по формуле, м^3/га

$$M=100h\gamma_{ГР}\,(\beta_{НВ} - \beta_{0,8НВ}),$$

$\beta_{НВ}$ – влажность, соответствующая наименьшей влагоемкости в расчетном слое почвы;

$\beta_{0,8НВ}$ – влажность, соответствующая предполивному порогу 80% НВ в активном слое почвы.

Рассмотрим полив поля, засеянного одной культурой, пренебрегая колебаниями водопотребления(E, мм/сут) за время полива (t, сут), а также при отсутствии при поливе осадков.

Определяющим условием будет неравенство:

$$\beta_Н \le \beta\,(\varphi, t) \le 100\%\ НВ,$$

$\beta\,(\varphi, t)$ – влажность расчетного слоя почвы в точке поля с угловой координатой φ в момент времени t, % НВ;

Условие выдачи заданной поливной нормы за несколько проходов можно записать в виде:

$$M=M_1\,(\varphi) + M_2\,(\varphi) + M_3\,(\varphi)\ldots + M_n\,(\varphi),$$

M – заданная поливная норма, м^3 / га;

M_1 (φ) – поливная норма в точке начала φ поля при движении оросительного комплекса из точки φ=0 (первый проход), м³/ га;

M_2 (φ) и M_3 (φ) – поливная норма за второй и третий проходы, м³/ га;

M_n (φ)–поливная норма за n-ый проход.

Рассмотрим случай работы оросительного комплекса с реверсом, когда не происходит возвращения машины в исходную точку φ после прохождения полного круга и оросительный комплекс возвращается в точку φ, двигаясь в обратном направлении. В этом случае полив той же нормой в начале возврата вызывает сток и требуется упрощенная корректировка. При выдаче поливной нормы за два прохода, рис. 4.

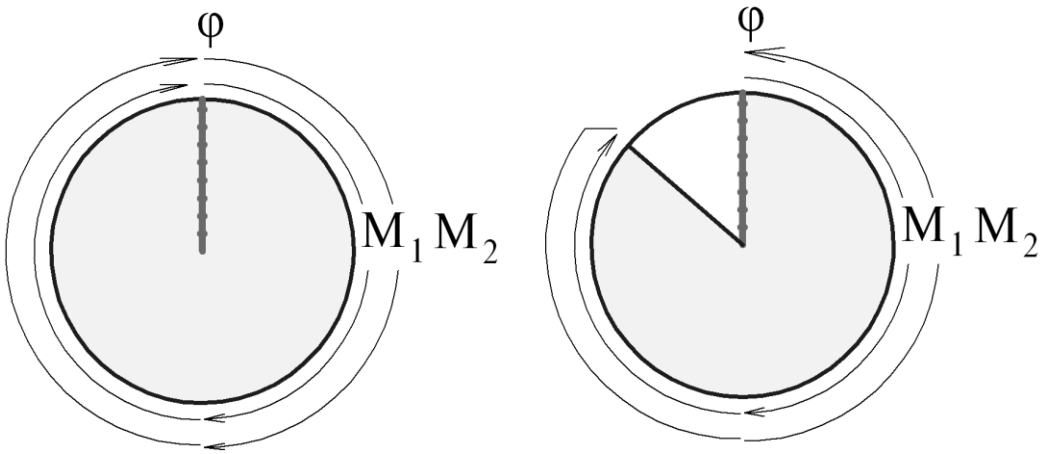


Рисунок 4– Схема выдачи поливной нормы

$M=M_1(\varphi)+M_2(\varphi)$.

При движении в прямом ходе начальные влагозапасы при t=0 расчетного слоя W_0 непосредственно перед оросительным комплексом будут уменьшаться на 10Et (10 – коэффициент перевода мм в 1 м³/га) :

$$t=\frac{1}{1440K_{СУТ}}\int_0^{\varphi}\frac{d\varphi}{V_{СР}(\varphi)},$$

Где 1440 –коэффициент перевода минут в сутки 60х24;

V (φ) – скорость движения оросительного комплекса, м/мин;

$K_{СУТ}$–коэффициент использования времени суток.

Слой осадков за проход по кругу:

$$h=\frac{60Q_M}{2\pi R_M V_{СР}},$$

Предположим, что оросительный комплекс должен обеспечить выдачу поливной нормы М согласно, м³/га:

$$\frac{M}{10}\equiv h\ ,$$

h – слой осадков, мм.

$$M=\frac{600Q_M}{2\pi R_M V_{СР}(\varphi)},$$

Q_M –расход оросительного комплекса, л/с

где R_M – радиус полива, равный длине оросительного комплекса, м;

$R_M=L_M$. $V_{СР}$ –средняя скорость движения оросительного комплекса.

$T_{пол}$ – среднее время полива за круг, ч.

При прохождении части круга, т.е. части дуги будет полит сектор с площадью, рис. 5.

$$S_{СЕК} = \frac{\pi R_М^{\ 2} \varphi_С}{360} = \frac{\ell_{СЕК} R_М}{2}.$$

Расстояние пройденное тележкой, т.е. часть дуги – s.

Тогда при прохождении не полного круга

$$M_1' = \frac{600 Q_М}{s V_{СР}(\varphi)}.$$

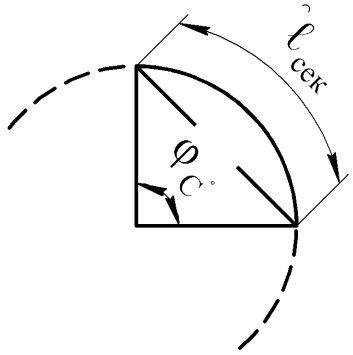


Рисунок 5 –Схема для полива сектора

При прохождении части круга:

$$t = \xi \int_0^{\varphi} M_1(\varphi) d\varphi, \qquad \xi = \frac{s}{432 \cdot 10^3 K_{СУТ} Q_М}.$$

Мгновенная интенсивность дождя для оросительного комплекса определяются по формуле:

$$\rho_{МГ} = \frac{120 Q_М}{R_М^{\ 2} \varphi_С},$$

$\varphi_С$ – угол сектора захвата в данный момент времени.

Изменение влагозапасов в почве перед оросительным комплексом в прямом ходе при поливе части круга можно представить как:

$$f_1(\varphi) = W_0 - 10 E \xi \int_0^{\varphi} M_1'(\varphi) d\varphi.$$

После прохода оросительного комплекса в момент времени t, влагозапасы будут определяться:

$$W_1 = f_1(\varphi) + M'_1(\varphi),$$

Если при движении в обратную сторону перед оросительным комплексом влагозапасы в почве представить функцией $f_2(\varphi)$, то позади нее они определяются из выражения

$$W_2 = f_2(\varphi) + M'_2(\varphi).$$

Связь между функциями $f_1(\varphi)$ и $f_2(\varphi)$ можно получить исходя из следующих соображений. В точку φ повторно оросительный комплекс попадает через промежуток времени Δt, и пути s.

В общем виде

$$\Delta t = \xi \int_{\varphi}^{s} \left[M_1'(\varphi) + M_2'(\varphi) \right] d\varphi = \xi (s - \varphi) M,$$

s –путь, проходящий последней тележкой.

Максимальное значение пути проходящем тележкой в одну сторону соответствует длине дуги окружности траектории движения тележки

$$s_{MAX} = \ell = 2\pi R_M,$$

Тогда:

$$f_2(\varphi) = f_1(\varphi) + M'_1(\varphi) - 10\xi E(s-\varphi) M.$$

$$f_2(\varphi) = f_1(S) = W_{min} = const,$$

W_{min} – минимально допустимые влагозапасы расчетного слоя почвы, м^3 /га

E – интенсивность водопотребеления, мм/сут.

Дифференцируя выражение, получим

$$\frac{M_1'(\varphi)}{d\varphi} - 10E\xi M_1'(\varphi) = -10E\xi M,$$

Тогда:

$$M_1'(\varphi) = \frac{600 Q_M}{s V_{CP}(\varphi)} \left[1 - e^{10E\xi(\varphi - s)} \right],$$

$$M_2'(\varphi) = \frac{600 Q_M}{s V_{CP}(\varphi)} e^{10E\xi(\varphi - s)}.$$

Т.о. задавая путь, который проходит последняя тележка, можно определить оптимальное значение нормы при поливе в одну и в обратную сторону.

Основными требованиями для системы контроля и управления роботизированного комплекса базовом исполнении (рис. 6) являются:

– регулирование работы насосных станций и направления движения;

– таймер процентной нормы, управляющий скоростью движения дождевальной машины;

– функция планирования орошения, осуществляемая программно для нескольких сельскохозяйственных культур, частичного прохождения круга;

– функция самодиагностики, определяющая проблемы и неисправности и снижающую время простоя до минимума.

– системные индикаторы, предоставляющие текущую информацию о необходимых параметрах работы;

– устройство контроля электрической системы.

Автоматический останов при круговом режиме работы с задаваемым выключением роботизированного комплекса в определённом желаемом положении (парковочное положение).

Рисунок 6 – Щит управления

Секторное управление с реверсивной автоматикой – автоматический останов в конце сектора со сменой режима работы.

Комплекс автоматически отключается по достижению границы сектора, возможен полив сектора неограниченное число раз без перерыва, отключение после выполнения желаемого количества циклов полива.

Концевой останов – реверсивная автоматика.

Отключение при низком давлении.

Давление на входе в роботизированный комплекс контролируется с помощью реле давления на конце водопроводящей трубы. Если давление ниже заданного минимального значения, комплекс автоматически отключается.

Переключатель в положении «без полива» деактивирует реле давления.

Функция применима, чтобы направить комплекс на место стоянки в случае дождя и отсутствия необходимости в дальнейшем поливе.

Автоматическое отключение насосного агрегата. При остановке или неисправности роботизированного комплекса происходит автоматическое отключение агрегата в том случае, если он соединен со шкафом управления.

Автоматическое управление электрическим запорным клапаном.

Электрический запорный клапан в запитывающей трубе на центральной опоре автоматически перекрывает подачу воды в режиме ручного управления и автоматически при сбое в работе.

Контроль хода.

Роботизированный комплекс оснащен опцией «контроль хода», через определенное – заданное время при буксировке колес последней опоры комплекс автоматически отключается, чтобы предотвратить чрезмерный полив.

Время до отключения может быть задано с помощью реле времени.

Переключатель выравнивания передвижной опоры.

Этот переключатель смонтирован снаружи на нижней плите прибора синхронизации движения в линию.

С помощью этого переключателя можно сдвинуть ту или иную передвижную опору вперёд или назад, при этом нет необходимости открывать прибор синхронизации движения в линию ПСЛ, это облегчает выравнивание комплекса при первом вводе в эксплуатацию, а также после перемещения передвижной установки на другую позицию.

Универсальная система управления

Система имеет основное преимущество – возможность удаленного **GPS ГЛОНАСС** мониторинга и управления всеми типами роботизированных оросительных комплексов с передачей информации на сервер «Агросигнал». Отличительная особенность системы состоит в том, что не происходит замены шкафа управления, установленного ранее, а используется компактный универсальный блок управления, разработанный в ООО «Инфобис» и ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ.

Блок управления монтируется на последнем пролете и содержит две sim карты. Система самостоятельно выбирает сеть мобильного оператора с самым мощным сигналом, чтобы связать оросительный комплекс с сервером «Агросигнал» (по необходимости производится установка дополнительного оборудования для гарантированного получения сигнала).

Возможен контроль за работой как оросительного комплекса, так и водоподающего насосного оборудования.

При получении учетной записи в системе «Агросигнал» оператору будет доступна вся важная информация по орошаемым полям со следующим функционалом:

1) ***удаленное управление:***
   - Старт/Стоп;
   - Вперед/Назад;
   - бустерный насос ВКЛ/ВЫКЛ (при наличии);
   - управление скоростью (ПВ% последней тележки).
2) ***оповещение:***
   - Воровство, сигнализация-обрыв кабеля;
   - Падение напряжения;
   - Низкое давление;
   - Отсутствие воды;
   - Изменение направления движения.
3) ***мониторинг:***
   - Местонахождение машины (по карте Гугл);
   - Статус ВКЛ/ВЫКЛ;
   - Реальная скорость движения;
   - Давление в конце трубы;
   - Положение по углу относительно севера;
   - Многофункциональный счетчик работы;
   - Контроль напряжения сети;
   - Уровень GPS/GSM сигнала.
4) ***программирование:***
   - Старт/Стоп по календарю;
   - Работа водомета в секторах (опция при наличии);
   - Норма полива на разных участках поля;
   - Автостоп, автореверс;

- Остановка в определенном месте.

5) дополнительные опции:

- Метеостанция;
- Датчик давления в конце машины;
- Солнечная батарея для охраны в зимний период;
- Управление насосными станциями;
- ВКЛ/ОТКЛ подачи воды.

SMS оповещения могут быть продублированы голосовым сообщением. Сообщения рассылаются последовательно по предварительно записанному списку телефонов (рис.7).

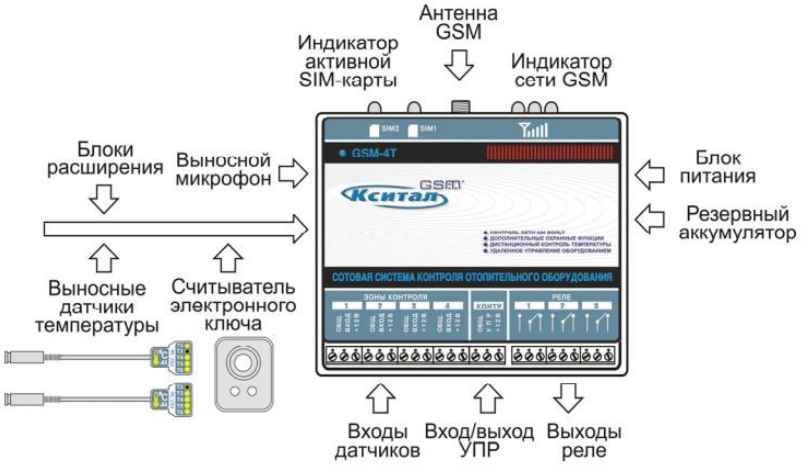


Рисунок 7 – Система GSM контроля оборудования

Имеется встроенный термодатчик и производится непрерывный замер температуры (датчик имеет точность ±1,5 ^{0}С).

В состав системы входят: шкаф влагозащищенный, контроллер «КСИТАЛ GSM-12Т» с встроенным GSM-модулем, антенна стандарта GSM, адаптер питания, микрореле контроля 220 В.

Система рассчитана на круглосуточный режим работы при температуре от -35 до +50 ^{0}С. Мощность, потребляемая системой от сети переменного тока, не более 10 Вт.

Максимальное количество телефонных номеров для рассылки SMS-сообщений – 10. Максимальное количество телефонных номеров для дозвона с голосовым сообщением – 10.

Данное решение было реализовано на дождевальных машинах «Кубань-ЛК1М» и роботизированных комплексах «КАСКАД», установленных на орошаемых полях в ООО «Наше дело» (2016 г. – с. Красный яр, Энгельсский район Саратовской области) и в Учебно-научно-производственном объединении «Поволжье» (2017 г. – с. Степное, Энгельсский район Саратовской области).

Для совершенствования технологии орошения разработана **технология прецизионного орошения,** которая отличается возможностью дозированной подачи воды каждым дождевателем и выравнивания влажности почвы по всему полю. Для регулирования поливной нормы, внесения удобрений и пестицидов роботизированный оросительный комплекс оборудован GPS-навигатором, который получает сигналы

глобальной системы позиционирования с целью определения текущего положения всего комплекса и отдельных дождевателей.

Имеются **дополнительные опции управления – информационно-советующая система с авторским программным управлением**. Полученные данные при помощи системы глобального позиционирования (GPS или ГЛОНАСС), данные, передаваемые с датчиков влажности почвы, метеостанции, передаются в аналитический центр управления роботизированным комплексом и для расчета нормы внесения удобрений и полива, средств защиты растений в онлайн режиме (рис.8).

Разработанная интеллектуальная система мониторинга и управления поливным комплексом (ИСМУПК) предназначена для слежения и автоматического управления поливным комплексом в заданных параметрах.

ИСМУПК обеспечивает контроль функционального состояния и управление работой роботизированным оросительным комплексом и насосной станцией с передачей всей собранной информации на АРМ оператора, с последующей обработкой, анализом и архивированием полученных данных.

Реализация ИСМУПК, выполненной на программируемого логического контроллера отечественного производства, позволяет обеспечить своевременный полив орошаемых площадей с внесением необходимых удобрений и пестицидов, согласно заданного алгоритма, передавать данные на АРМ оператора, контролировать расход воды, контроль уровня топлива в генераторной установке и пр.

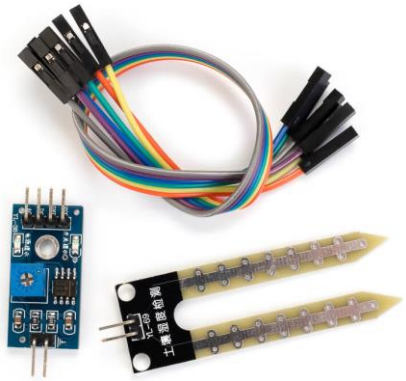


Рисунок 8 – Метеостанция, сенсорные датчики

База данных (БД) содержит информацию о текущем состоянии объекта. В

базе знаний (БЗ) находятся «экспертные знания». Аппарат логического вывода координирует процессы экспертной системы, используя системы управления БД (СУБД) и БЗ (СУБЗ), принимает решения по управлению роботизированным комплексом.

Реализовано на роботизированном комплексе «КАСКАД», установленном на орошаемых полях в учебно-научно-производственном объединении «Поволжье».

Технологические приемы могут различаться следующим образом: на основе принятий решения в реальном времени и на основе картирования, т.е. предварительно полученной и обработанной информации.

Сенсорные датчики в реальном времени определяют основные параметры состояния почв, плотность травостоя и его жизнеспособность, содержание хлорофилла в листьях и биомассу растений. Полученную карту используют для выявления неравномерности распределения урожая в пределах поля, с последующим исследования причин снижения и принятия агрономических и управленческих решений, составляется план дифференцированного полива, внесения удобрений, обработки химическими средствами защиты растений.

Согласно этой технологии предусматривается корректировка нормы полива, внесения питательных веществ в зависимости от ситуации на каждом отдельном участке поля.

Традиционная технология предполагает внесение усредненной нормы полива, дозы удобрений или средств защиты растений для всего обрабатываемого поля, без учета особенностей рельефа, почвенного покрова, требуемого количества влаги, минеральных и органических веществ на каждом участке.

Дифференцированные способы полива, внесения удобрений и средств защиты растений позволяют значительно экономить ресурсы, исключают перерасход средств, в большей степени удовлетворяют требованиям экологии.

Экономия, полученная только при снижении объема воды при поливе по оптимизированной технологии с использованием роботизированного оросительного комплекса «КАСКАД» в сравнении с дождевальной машиной с автоматизированным управлением «Кубань-ЛК1М» (Каскад) представлена в таблице 2.

Таблица 2– Сравнительные данные по оросительной норме

Показатель	год	
	2018	2019
Длина машины, м	497	497
Площадь полива, га	77,5	77,5
Оросительная норма, м^3/га: дождевальная машина **роботизированный оросительный комплекс**	 1600 **1570**	 1600 **1490**
Экономия воды, м^3/га	**30**	**110**
Общая экономия воды на 1 машину (комплекс), м^3	2325	8525

Очевидно, что технология точного земледелия является основным средством обеспечения эколого-экономического баланса как в пределах отдельно взятого поля так и в масштабе региона.

Учеными ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» была проделана большая работа по исследованиям, проектированию и организации промышленного выпуска роботизированных оросительных комплексов «КАСКАД».

В ходе выполнения работ были реализованы следующие этапы развития:

-проведены исследования современной зарубежной и отечественной техники полива;

-разработаны новые принципы, методические подходы, методы, алгоритмы для перехода к «интеллектуальному», «цифровому» сельскому хозяйству, основанному на применении автоматизированных систем принятия решений, автоматизации и роботизации производства;

-спроектирован и разработан опытный образец роботизированного комплекса, выполняющего технологические операции внесения удобрений и полива;

-разработана и внедрена система управления оросительным комплексом, обеспечивающая удаленный контроль работы, сбор, обработка и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов;

- разработана, испытана и внедрена интеллектуально-советующая система управления роботизированным оросительным комплексом;

-разработана и испытана технология полива с использованием интеллектуально-советующей системы управления.

-разработка аппаратно-программного комплекса для ведения прецизионного полива;

- внедрена технология точного земледелия.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИННОВАЦИОННОЙ РАЗРАБОТКИ В СРАВНЕНИИ С СУЩЕСТВУЮЩИМИ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ И ЗАРУБЕЖНЫМИ АНАЛОГАМИ

В настоящее время достаточно много зарубежных производителей техники, использующих элементы цифровых технологий.

Основными производителями на рынке точного фермерства в секторе спутниковой навигации являются AgLeader (США), AGCO Corporation (США), CropX (США), JohnDeere (США), Trimble, Inc. (США), LeicaGeosystems (Швейцария) и Monsanto (США). И в основном это касается разработок тракторов и комбайнов.

На рынке существует множество систем мониторинга состояния почвы и погодных условий в режиме реального времени (John Deere Field Connect, Lindsay Corp.'s Growsmart). Они помогают принимать эффективные управленческие решения. Некоторые из этих систем позволяют не только наблюдать за изменениями условий, но и дистанционно управлять системами орошения.

Компания CropX разработала датчики влажности. Для одного поля достаточно трёх датчиков. Информация о влагообеспеченности участков будет приходить на смартфон. CropX привлекла инвестиции некоторых крупных компаний, среди которых Bayer.

Система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) предлагает пользователю возможность мониторинга и контроля количества воды в системе в режиме реального времени. Программа измеряет количество воды в резервуарах и каналах, позволяет оператору дистанционно управлять режимами работы задвижек, шлюзов,

насосно-силового оборудования, перераспределяя воду. Применение системы повышает эффективность ирригации и снижает потери воды при хранении.

Компания Sprinkl работает над контролёрами для модернизации существующих спринклерных систем. Датчики Sprinkl контролируют работу спринклеров исходя из данных влажности. Это позволяет экономить воду на поливе отдельных участков поля, если в нём нет необходимости.

Среди актуальных разработок - система для орошения углов Irrigate-IQ Uniform Corner компании Trimble. Система использует секцию-кронштейн, которая разворачивается для лучшего полива углов и выступов поля. При этом расход спринклеров дополнительной секции отличается от расхода на основных секциях. Спринклеры включаются и отключаются автоматически в зависимости от положения секции, предотвращая перерасход воды на угловых участках.

Разработана технология полива с переменной скоростью (VRI). В зависимости от информации средств наблюдения регулируется работа (включение/отключение) спринклеров, скорость движения консоли.

Ведущие производители разрабатывают элементы для усовершенствования существующих моделей оросительной техники. Например компания Valley Irrigation так же занята разработкой и внедрением VRI технологий, адаптированных для установки не только на технику компании, но и других брендов.

Для уменьшения расхода воды вследствие её стекания рекомендуется устранять неровности поля, холмы и овраги, с помощью лазерного выравнивания. Это предотвратит образование переувлажнённых участков и снизит общее потребление воды.

Система автономного орошения фирмы Tevatronic состоит из тензиометрических датчиков, контроллеров клапанов и беспроводного контроллера. Беспроводной тензиометр устанавливают вблизи корневой системы растения. Переключатель клапана взаимодействует с тензиометрическими датчиками на расстоянии до 1 км. Беспроводной переключатель регулирует открытие гидравлического клапана.

Контроллер ирригации берет на себя сбор данных и отправляет их через сотовую связь на облачный сервер для анализа. На основе команд, отправленных с сервера, он открывает и закрывает ирригационные клапаны. Математический алгоритм обрабатывает информацию, поступившую от всех датчиков почвы, принимает решение о поливе и отправляет его на клапанный переключатель для выполнения.

Контроллер орошения имеет несколько режимов работы. В автономном режиме система принимает решение, о времени полива, количестве влаги, внесении в воду удобрений.

В случае возникновения сбоев в работе -фермер об этом информируется. Вся работа может контролироваться удалённо.

Системы, позволяющие автоматизировать весь цикл сельскохозяйственных операций представляют собой:

-Периферийное оборудование (датчики, сенсоры).

-Каналы связи (спутниковая связь GPS/ГЛОНАСС, LPWAN, LTE, 3G, GPRS, GSM).

-Платформы (web-платформы для создания отраслевых приложений).

-Приложения (приложения для ИТ-платформ, самостоятельные приложения для конкретного оборудования).

Зарубежные разработки сельскохозяйственной техники с элементами

роботизированных, интеллектуальных системам управления на российском рынке представлены не так давно, как правило, ограничиваются элементами систем управления тракторов.

Интеллектуально-советующие системы управления техническими средствами полива и из-за их высокой стоимости, а также отсутствия достаточного количества специалистов, умеющих с ними работать на российский рынок практически не поступают.

Подобные технологии и технические средства полива практически не развиты в РФ, элементы систем закупаются отдельными производителями, комплексный подход цифровизации и роботизации производства сельхозпродукции отсутствует в принципе.

Именно поэтому актуальными и востребованными является работы по созданию в России современных отечественных роботизированных оросительных комплексов.

Проведем краткую сравнительную оценку технического исполнения и конструктивного подобия современной техники, таблица 1. Наиболее востребованными и известными в настоящее время являются дождевальные системы Reinke, Valley, Zimmatic.

Сравнительную ценовую характеристику отечественных и зарубежных машин можно представить следующими показателями (без учета интеллектуально-советующей системы управления):

- Valley 8120 (США), длина 500 м – 6,1 млн. руб. (1220 тыс. руб. за 100 м);
- «Казанка» (Татарстан), длина 468 м – 5,5 млн. руб. (1175 тыс. руб. за 100 м);
- «ОРСИС» (Татарстан), длина 430 м – 3,85 млн. руб. (895 тыс. руб. за 100 м);
- «КАСКАД», (Саратов), длина 490 м – 3,98 млн. руб. (812 тыс. руб. за 100 м).

Таким образом, стоимость «КАСКАД» ниже зарубежных аналогов до 30%. Сравнительные технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение технического уровня современных средств полива

Марка ДМ, фирма, страна-производитель	«Кубань-ЛК-1», РФ, ПО КМЗ «Радуга», г. Кропоткин	«КАСКАД» СГАУ им. Вавилова НИ, Саратов	Valley (Center pivot), Valmont, Nebraska, США	Zimmatic (Lindsay), США	Reinke, США
Давление на входе в ДМ, МПа	0,34-0,4	0,2-0,4	0,21-0,4	0,2-0,35	0,2-0,3
Система привода тележек	По одному червячному редуктору на каждое колесо с приводом от главного мотор-редуктора				
Система управления тележками	Автоматическая система управления электроприводом на устаревшей элементной базе	Автоматическая система управления электроприводом на микропроцессорах в вариантах от простой механической до цифровой с дистанционным управлением			
Интеллектуально-советующая система управления	не разработана	Устанавливается как дополнительная опция			

В результате выполнения данной работы разработаны, изготовлены и внедрены следующие разработки:

-проведены исследования современной зарубежной и отечественной техники полива;

-разработаны новые принципы, методические подходы, методы, алгоритмы для перехода к «интеллектуальному», «цифровому» сельскому хозяйству, основанному на применении автоматизированных систем принятия решений, автоматизации и роботизации производства;

-спроектирован и разработан опытный образец роботизированного комплекса, выполняющего технологические операции внесения удобрений и полива;

-разработана и внедрена система управления оросительным комплексом, обеспечивающая удаленный контроль работы, сбор, обработка и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов;

- разработана, испытана и внедрена интеллектуально-советующая система управления роботизированным оросительным комплексом;

-разработана и испытана технология полива с использованием интеллектуально-советующей системы управления.

-разработка аппаратно-программного комплекса для ведения прецизионного полива;

- внедрена технология точного земледелия.

Задачей разработок являлось повышение урожайности сельскохозяйственных культур при экономном расходовании ресурсов (топлива, удобрений, ядохимикатов, воды, электроэнергии), а также снижение экологической нагрузки на природу внедрением энергосберегающей экологически безопасной технологии производства сельхозпродукции.

Основные преимущества роботизированного оросительного комплекса:

- работает на низком давлении – экономия электроэнергии/дизельного топлива;
- мягкий, щадящий растения полив – отсутствие уплотнения почвы;
- хорошие эксплуатационно-технические показатели;
- низкие энергетические и эксплуатационные расходы;
- установлена современная система автоматического управления, система дистанционного управления, позволяющая контролировать движение машины, параметры орошения,
- установлена интеллектуально-советующая система управления, принимающая решение по режимам полива в зависимости от поступающих внешних данных.

Выводы.

На основании вышеизложенного, разработанный оросительный роботизированный комплекс:

- обеспечивает повышение эффективности производства продукции растениеводства на орошаемых землях за счет экономии энергоресурсов, контроля параметров орошения, снижения затрат на обслуживание и ремонт;

- гарантирует простоту ремонта и замены узлов за счет использования надежного оборудования отечественного производства (в т.ч. исключается возможность долгосрочной поставки запчастей и комплектующих из-за рубежа);

- позволяет повысить производительность и качество работы за счет оптимизации системы водоподачи, а также увеличения использования (расширения) орошаемых площадей при использовании предлагаемого роботизированного оросительного комплекса на низконапорных режимах;

- обеспечивает удаленный контроль работы, сбор, обработка и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов внесения удобрений и полива;

-обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур при экономном расходовании ресурсов (воды, удобрений, агрохимикатов, электроэнергии, человеческого труда), а также снижение экологической нагрузки на природу внедрением энергосберегающей экологически безопасной технологии производства сельхозпродукции;

- имеет безусловное ценовое преимущество по сравнению с зарубежными и отечественными аналогами и обеспечивает снижение стоимость до 30% при сравнимом качестве полива, экологичности и безопасности.

- обеспечивает экономию воды, агрохимикатов и удобрений, точно регулируя нормы в зависимости от заданных координат движения оросительного комплекса по кругу и в зависимости от поступающих данных «онлайн», т.е. метеоданных, показателей датчиков влажности почвы, состояния посевов и др.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ В СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Авторы:

Денисов К.Е., Полетаев И.С.,
Летучий А.В., Уполовников Д.А.

TECHNOLOGY FOR RESTORING FERTILITY OF SALONBON SOILS IN THE SYSTEM OF ORGANIC AGRICULTURE

Authors:

Denisov K.E., Poletaev I.S.,
Flying A.V., Upolnikov D.A.

Ключевые слова. *Солонцовые почвы, органическое земледелие, разработка*

Keywords. Solonetz soil, organic farming, development

Одним из перспективных направлений в агропромышленном секторе является органическое сельское хозяйство. Это направление способно обеспечить устойчивый экспорт продукции растениеводства и обеспечения населения «чистыми» продуктами питания.

Спрос на органическую продукцию в последние годы переживает бурный рост, что делает это направление сельского хозяйства одним из самых перспективных. За последние 15 лет мировой рынок органических продуктов вырос почти в 5 раз до 100 млрд долларов, и сегодня он составляет 10% от общего объема мирового рынка продовольствия. По прогнозам экспертов, к 2022 году рынок органической продукции превысит 200 млрд долларов.

Российский рынок органической продукции очень скромный - в 2017 году оценивался в размере 160 млн долларов или 0,16% от мирового. Однако Россия при активной работе может занять на этом рынке до 25%.

Основным аспектом органического земледелия является получение сельскохозяйственной продукции с минимальным применением средств химизации, в этой связи интенсивные технологии растениеводства не применимы в этой системе.

Основным приемом способным повысить урожайность культур в системе органического земледелия является повышение почвенного плодородия.

Так как большинство высокоплодородных земель используется в системе интенсивного растениеводства, одним из способов увеличения площадей для возделывания экологичной продукции является вовлечение в систему органического земледелия земель с низким плодородие.

На земном шаре солонцы и солонцовые почвы занимают площадь около 233,0 млн. га, из них только солонцы - 81,3 млн. га. (Н.Н. Розов, М.Н. Строганова, 1979; В.А. Ковда, Б.Г. Розанов, Л.Г. Богатырев, 1988).

В Саратовской области насчитывается 11,5% солонцовых почв, то есть 1128 тыс. га, в том числе 600 тыс. га солонцов, на которых сельскохозяйственные культуры практически на дают урожайность.

Солонцеватые почвы характеризуются плохими водно-физическими свойствами. Это приводит к потере урожайности сельскохозяйственных культур до 20 - 40% и более. В некоторых случаях при сильном осолонцевании почв урожай практически отсутствует.

Повышение плодородия солонцеватых почв не химическими методами позволяет использовать их в дальнейшем для производства органической продукции растениеводства.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИННОВАЦИОННОЙ РАЗРАБОТКИ

Уровень инновационной разработки. Ее востребованность.

Восстановление солонцовых почв является актуальной задачей для современного сельскохозяйственного производства и в частности для органического земледелия.

Особое внимание в решении проблем восстановления плодородия в рамках производства органической продукции необходимо уделять широкому применению фито- и биоресурсов для мелиорации солонцовых почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Важным элементом здесь считается широкое использование фитомелиорантов в сочетании с местными ресурсами. К последним следует отнести различные органические удобрения, отходы производства, осадки сточных вод и т. д.

В России ежегодно образуется около 65 млн т твердых осадков сточных вод (ОСВ) в пересчете на сухое вещество (Лотош В.Е., 2002), в том числе в Саратовской области – 9,2 млн т, реутилизация которых представляет важную проблему экологии.

Складирование осадков сточных вод на территориях очистных сооружений загрязняет окружающую среду, так как в них находится повышенное содержание тяжелых металлов (Добровольский Г.В., Гришина Л.А., 1985; Евилевич А.З., Евилевич М.А., 1988; Хакимов Ф.И., 1999, Банников А.Г., 1999; Мерзлая Г.Е., 2000).

Поэтому важной проблемой является утилизация накапливающихся в больших количествах осадках сточных вод городских канализаций. Они содержат большое количество элементов питания и могут быть использованы как макро и микроудобрения в посевах сельскохозяйственных культур. Основным сдерживающим фактором развития данной технологии является недостаточная научная обоснованность их применения и наличие в осадках токсичных веществ в форме тяжелых металлов. Данные исследования

снимают вопрос об ограничении использования сточных вод в связи содержанием в них тяжелых металлов. Предлагается альтернативный метод переработки и утилизации осадков городских сточных вод, восстановления плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Многие из тяжелых металлов (марганец, железо, молибден, кобальт и др.) являются микроэлементами. В растениях они проявляют токсическое действие при превышении предельно допустимой концентрации. Особо вредными являются кадмий, ртуть, свинец, мышьяк (Израэль Ю.А., 1984; Алексеев Ю.В., 1987; Ивонин В.М., 1991).

В связи со снижением развития тяжелой промышленности в настоящее время количество тяжелых металлов в осадках сточных вод резко снизилась, что повысило их экологическую безопасность как удобрений.

Данные исследования решают фундаментальную научную проблему использования альтернативных методов переработки и утилизации осадков городских сточных вод, восстановления нарушенных почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Один из наиболее эффективных инструментов управления почвенным плодородием в органическом земледелии - сидераты. Это растения, которые помогают улучшить плодородие почвы без использования химических удобрений. Их сеют или совместно с основными растениями (бинарные посевы), или в период межсезонья - весной и в начале осени.

При использовании однолетних сидератов (ячмень + горох и вико – овес) в почву поступает 4-6 ц/га органического вещества и 30-40 кг азота, 13,6-13,9 – фосфора и 41-58 кг/га калия в форме легкоминерализуемых соединений. При заделке в почву однолетних сидератов запасы нитратного азота к посеву и весеннему отрастанию озимой пшеницы на фоне горохово – ячменного сидерата были в 2 раза, а - вико – овсяного – в 4 раза ниже, чем по черному пару. Под яровой пшеницей (второй культуре звена) некоторое преимущество в накоплении нитратного азота (по сравнению с паровым звеном) было после горохово – ячменного сидерата. Звенья с однолетними сидератами уступали по продуктивности звену с черным паром на 28%. Если суммарный урожай зерна в паровом звене составлял 40,4 ц/га, а продуктивность в ц з.е. – 72 ц/га, то в таком же звене с горохово – ячменным и вико – овсяным сидератами 36,0 – 56,4 и 32,0 и 55,4 ц/га соответственно.

Применение фитомелиорантов позволяет вернуть в почву: 88-50 кг/га азота, 23-13 кг/га фосфора и 60-32 кг/га калия. При соотношении C:N – 12 и 13,4, а также – органического вещества 13,6 и 9,2 ц/га соответственно, обеспечивается суммарное повышение урожайности зерна в 30,9 и 23,4 ц/га и продуктивность в 60 и 57,2 ц/га зерновых единиц.

Насыщение почвы свежим органическим веществом предлагается нами как один из основных способов мелиорации солонцовых почв без использования средств химизации.

Целью исследований являлось создание технологии восстановления плодородия солонцовых почв за счёт использования осадков городских сточных вод и фитомелиоранта лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha) при восстановлении солонцовых почв.

В задачи исследований входило:

1. Установление агрохимической ценности и экологической безопасности осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрения;

2. Разработка технологии наиболее эффективного и экологически безопасного применения осадков сточных вод и фитомелиоранта лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha) при восстановлении солонцов;

3. Разработать методику применения осадков сточных вод и фитомелиоранта лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha)в качестве удобрения на полевых культурах в производственных условиях;

4. Определить влияние осадков сточных вод и фитомелиоранта лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha) на свойства почв чернозёма южного Правобережья Саратовской области;

Методика проведения исследований и схема опыта.

Опыты по восстановлению солонцовых почв с использованием осадков городских сточных вод станции аэрации (МУПП «Саратовводоканал) в качестве удобрения и фитомелиоранта лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha) проводились на полях ООО «Эвелина» Саратовского района Саратовской области. Почвы опытного участка средние солонцы чернозёма южного.

Изучались различные дозы внесения осадков сточных вод (ОСВ):

1. Контроль (без внесения ОСВ).

2. 50 т/га ОСВ

3. 100 т/га ОСВ

4. 150 т/га ОСВ

Норма внесения были выбраны из расчёта содержания в осадках кальция, необходимого для вытеснения из солонцовых почв натрия и магния. Сухие осадки сточных вод разбрасывались по поверхности невспаханного поля после уборки культуры по стерне навозоразбрасывателем или разбрасывателем удобрений с последующей заделкой дисковыми боронами на глубину 10-12 см. Затем проводился посев фитомелиоранта лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha) весной после боронования.

В качестве фитомелиорантов использовалась высокоустойчивая кормовая культура из семейства маревых (Chenopodiaceae): лебеда разносемянная (Atriplex micrautcha), которая в отличие от многолетних бобовых трав, таких как люцерна и эспарцет, лучше переносит повышенное засоление почвы, интенсивнее растёт и развивается и оставляет большее количество зелёной массы для последующей фитомелиорации. Посевы данной культуры безвредны для аборигенной флоры, и являются кормовыми культурами и могут быть поедаемы скотом без нанесения ему вреда.

Осадки сточных вод, вносимые в почву перед посевом фитомелиоранта, необходимо применять в дозах 50-150 т/га. Осадки городских сточных вод содержат органического вещества 21,0% при зольности – 51,7-64,1%; азота 4,5% из которого 50% аммиачного; доступного фосфора – 1,4% из которого легкоусваиваемого – 0,61%; K_2O – 0,7%. А так же CaO – 15-20 мг-экв. на 100 г почвы и MgO – 10-33 мг-экв. на 100 г почвы.

В состав осадков сточных вод входят: свинца – 126 мг/кг; кадмия – 13-21 мг/кг; цинка – 343-460 мг/кг; меди – 329-470 мг/кг; хрома – 300-581 мг/кг; марганца – 182-364 мг/кг; мышьяка – 1,9-3,8 мг/кг; ртути – 0.30-0,36 мг/кг. Кроме того содержатся такие микроэлементы как Zn – 22,1 мг/кг, Cu – 5,78 мг/кг, Mn – 16,8 мг/кг.

Способ применяется локально на солонцовых участках. В качестве фитомелиоранта может выступать лебеда копьевидная (Atriplex calotheca) или лебеда разносемянная (A. micrautcha) или лебеда красивоплодная (A. calotheaca) или лебеда мелкоцветковая (A. micrantcha) или лебеда садовая (A. nitens).

Технология осуществляется следующим образом. Осенью по поверхности поля разбрасываются осадки сточных вод навозоразбрасывателем или разбрасывателем удобрений с последующей заделкой их запашкой обычным плугом на глубину 18-20 см, например, используют навозоразбрасыватели типа или ПРТ-10 или разбрасыватели удобрений типа РУ-7000. Посев фитомелиоранта, например, лебеды разносемянной (Atriplex micrautcha), проводится весной после боронования по мере прогревания почвы. Фитомелиорант скашивается до осеменения растений, измельчается и запахивается на глубину 18-20 см обычным плугом. На следующий год данные операции повторяются. Так как растения семейства маревых (Chenopodiaceae) дают большое количество биомассы, по сравнению с использованием в качестве фитомелиорантов растений семейства бобовых и злаковых, на рекультивированном участке можно высевать сельскохозяйственные культуры уже после двух лет применения в качестве фитомелиоранта растений семейства маревых (Chenopodiaceae).

Результаты исследований.

Солонцеватые почвы по своим свойствам затрудняют посев и всходы многолетних трав вследствие образования корки, а поверхностное внесение осадков сточных вод значительно облегчает посев, препятствует образованию корки и увеличивает полевую всхожесть семян.

Анализ состава применяемых осадков сточных вод показал что они содержат органического вещества 21,0% при зольности – 51,7-64,1%; азота 4,5% из которого 50% аммиачного; доступного фосфора – 1,4% из которого легкоусваиваемого – 0,61%; K_2O – 0,7%. А так же CaO – 15-20 мг-экв. на 100 г почвы.

В их состав также входят: свинец – 126 мг/кг; кадмий – 13-21 мг/кг; цинк – 343-460 мг/кг; медь – 329-470 мг/кг; хром – 300-581 мг/кг; марганец – 182-364 мг/кг; мышьяк – 1,9-3,8 мг/кг; ртуть – 0.30-0,36 мг/кг. Кроме того содержатся такие микроэлементы как Zn – 22,1 мг/кг, Cu – 5,78 мг/кг, Mn – 16,8 мг/кг.

Внесение осадков сточных вод (ОСВ) увеличивало содержание гумуса в почве с 1,8 до 5,1 % при высоких дозах 150 т/га. Это объясняется тем, что в осадках сточных вод содержится до 20% органического вещества. Содержание нитратного азота повышается с 2,9 в солонцах до 29 мг/кг почвы. В осадках сточных вод содержится 4,5% азота. Количество доступного фосфора при этом повышалось с 28 до 203 мг/кг почвы, так как в осадках содержится 1,4% фосфора (таблица 1).

Таблица 1.

Изменение агрохимических свойств почвы под влиянием

осадков сточных вод (ОСВ) и выращиванием фитомелиоранта семейства маревые (Chenopodium) в течение двух лет

Дозы ОСВ	Гумус, %	Нитрат. азот, мг/кг	Нитрифиц. спос., мг/кг	Обмен. фосф, мг/кг	Обмен. калий, мг/кг	Обмен. Ca, ммоль/ 100 г	Обмен. Mg, ммоль/ 100 г.	Обмен. Na, ммоль/ 100 г	Сумма обмен. осн.	pH
Фон.	2,52	35,5	13,3	34,3	340	20,8	12,0	0,5	33,3	7,40
К.	2,32	17,4	10,9	29,9	340	21,5	12,5	0,5	34,5	7,42
50	2,41	26,3	10,5	46,1	397	24,6	15,3	0,5	39,0	7,44
100	2,52	34,7	10,0	69,1	448	27,5	18,0	0,5	46,0	7,45
150	2,65	44,7	7,5	93,7	517	30,0	20,0	0,5	50,5	7,46

Если на контрольном варианте с нарушенным слоем почвы количество органического вещества составляло 2,32%, то при рекультивации земли с внесением ОСВ 150 т/га оно повысилось до 2,92%, а при дозе 150 т/га - 3,65%.

Учёт зелёной массы проводится прямым взвешиванием всей зеленой массы с пробных площадок размером 2х2 м при наступлении укосной спелости. Урожай определяется по пробному снопу зеленой массы , который помещают в марлевый мешок, немедленно взвешивают и подвешивают для просушки в хорошо проветриваемом помещении (под навесом) без доступа прямого солнечного света. Пробу высушивают до постоянного веса воздушно-сухой массы, с последующим определением воздушно-сухой массы в кг, с дальнейшим пересчетом на площадь 1 га.

Результаты расчетов выхода зеленой массы при использовании в качестве фитомелиорантов растений семейства маревых и для сравнения люцерны и эспарцета приведены в таблице 2.

Применение осадков сточных вод повышает выход зелёной массы. Внесение 100 т/га ОСВ увеличивает урожайность зелёной массы вида маревых (Chenopodium) до 42,1 т/га, люцерны – до 15,1 т/га и эспарецета - до 12,7 т/га. При внесении 150 т/га количество зелёной массы растений вида маревых (Chenopodium) повышается до 60,6 т/га, люцерны – до 16,2 т/га и эспарцета – до 14,1 т/га.

Таблица 2

Урожайность биомассы фитомелиорантов, т/га

Варианты опыта	Маревые (Chenopodium)	Люцерна	Эспарцет
Контроль	6,3	6,4	4,3
50 т/га	26,4	10,3	8,1
100 т/га	42,1	15,1	12,7
150 т/га	60,6	16,2	14,1

Из таблицы видно, что наибольшую прибавку зелёной массы при внесении ОСВ дают растения вида маревые (Chenopodium), прибавка составляет от 35,8 т/га до 54,3 т/га. Люцерна и эспарцет слабее реагируют на применение ОСВ. Прибавка составляет в пределах 8-10 т/га.

Внесение высоких доз осадков сточных вод – 150 т/га не увеличивало содержание тяжёлых металлов как в почве, так и в зелёной массе выше ПДК. В течение всего периода

произрастания культур содержание тяжелых металлов не превышало ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) (таблица 3).

При применении рекомендованных доз ОСВ в первый год после посева содержание тяжелых металлов в зеленой массе фитомелиоранта значительно меньше ОДК.

Таблица 3.

Изменение содержания тяжелых металлов в почве почвы под влиянием осадков сточных вод (ОСВ) и выращиванием фитомелиоранта семейства маревые (Chenopodium), мг/кг

Дозы внесения ОСВ, т/га	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь	Мышьяк	Ртуть
0	13,6	0,33	56,4	30,0	4,5	0,023
50	27,4	0,90	61,8	32,2	6,5	0,023
100	40,3	1,46	64,9	34,9	7,0	0,029
150	103,3	1,53	195,6	51,4	8,0	0,088
ОДК	130	2,0	220	132	10,0	2,1

При внедрении предлагаемого способа затраты на рекультивацию составляли 64,3 тыс. руб./га, что в три раза ниже чем при использовании приёмов фитомелиорации описанных работе Д.А.Уполовникова «Система фитомелиорации чернозёмов южных и каштановых почв Поволжья, дисс. на соиск. уч. ст. д. с.-х. н., Саратов, 2012» в которой затраты на рекультивацию составляли 203,9 тыс. руб./га.

Внесение ОСВ в дозе 50 т/га повышает плодородие нарушенных земель. Содержание гумуса повышается с 2,32 до 2,41 % при фоновом уровне 2,52 %. Внесение повышенных доз осадков сточных вод способствует увеличению гумуса до 2,65 т/га, то есть до фонового уровня.

При применении осадков сточных вод и выращивании растений вида Chenopodium мелиоративный период сокращается до 1-2 лет.

Выводы

Перспективным в последнее время становиться производство органической продукции растениеводства. Оно основано на более широком применении органических удобрений, фитомелиорации, повышению биологической активности почвы, научно обоснованом чередовании сельскохозяйственных культур и использовании многолетних трав.

В результате проведения исследований и экспериментов по использованию осадков сточных вод, как в высоких, так и в низких дозах были получены положительные результаты. Содержание натрия и магния в почве снижалось в 6-9 раз, уменьшалась кислотность почвы, количество гумуса возросло в 1,6-2,8 раза, содержание нитратного азота увеличилось в 7,5-10 раз, доступного фосфора - в 6,2-7,2 раза, обменного калия - на 11,8-13,7%, обменного кальция - на 62,1-79,3%. Урожайность зерновых культур возросла при этом на 13,6 – 28,0%, а многолетних трав в 1,6-2,4 раза. Исходя из полученных результатов можно судить, о значительном улучшении агрохимических свойств почв и переход их из солонцовых в фоновый чернозём южный даже при внесении минимальной дозы ОСВ в 50 т/г.

Для повышения эффективности мелиорации внесение осадков сточных вод рекомендуется повторять через 5-7 лет в зависимости от изменения содержания натрия или магния в почве.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН КОРИАНДРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК «АРОМАТ»

Авторы:

Шьюрова Н.А., Нарушев В.Б.,
Башинская О.С., Фартуков С.В.,
Субботин А.Г., Белова М.В.,
Садыгова М.К.
.

TECHNOLOGY OF GROWING CORIAND SEEDS FOR THE PRODUCTION OF FOOD ADDITIVES "AROMAT"

Authors:

Shyurova N.A., Narushev V.B.,
Bashinskaya O.S., Fartukov S.V.,
Subbotin A.G., Belova M.V.,
Sadigova M.K.

Ключевые слова. *Кориандр, пищевые добавки, дефицит пищевых продуктов*

Keywords. Coriander, Nutritional Supplements, Food Deficiency

Разработанная инновационная технология выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий имеет большое практическое значение.

Правильное питание человека создаёт основу для его гармоничного развития и крепкого здоровья, поэтому недопустима ситуация, при которой люди во многих районах России испытывают дефицит белка, макро- и микроэлементов, витаминов и других веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности. Основные задачи, стоящие перед учеными и производством, позволяющие устранить данную проблему, сформулированы в Стратегии продовольственной безопасности. Поэтому использование регионального экологически безопасного растительного сырья с повышенным фито-химическим потенциалом в производстве функциональных продуктов питания является одной из основных задач для производителей. Разработка такой продукции позволяет частично решить проблему импортозамещения, и привлечь более широкий круг населения России к системе правильного питания.

Кориандр – эфиромасличное растение, имеющее большое пищевое значение. В его семенах содержится около 2% эфирного масла; до 30% жирного масла, до 20 % белка¸ крахмал, сахара, пектин, полифенолы, дубильные вещества, микро- и микроэлементы, витамины (аскорбиновая кислота).

Семена кориандра являются одним из перспективных видов сырья, обогащённого микронутриентами. Данное сырье так же привлекательное для региональных производителей, так как его получают из сортов региональной селекции. И при использовании его в качестве обогащающей добавки, при замене пшеничной муки снижается калорийность и возрастает пищевая ценность готовых изделий.

Таблица - Пищевая ценность компонентов композитных смесей «Аромат», г/100 г продукта

Вид сырья	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Кал,ккал
Мука пшеничная	10,3	1,1	38,9	334
Мука конопляная	30,0	7,9	24,7	290
Мука кориандровая	12,3	17,7	13,1	298

Благодаря богатому составу семена кориандра имеют много полезных свойств и широко используются в медицине для лечения различных болезней. Кориандр – известное противомикробное и антибактериальное средство. Рекомендуют употреблять кориандр при различных воспалительных процессах, для повышения иммунитета.

Для производственников, заинтересованных в выращивании данной культуры особенно важно, что семена кориандра, как на внутреннем, так и на внешнем рынке очень востребованы в силу ограниченного предложения и имеют стоимость на порядок выше традиционных зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур.

Перспективы широкого и успешного возделывания кориандра именно в Саратовской области обуславливается следующими факторами:

- агробиологическими – область является регионом России, в котором выращивание кориандра наиболее целесообразно с учетом его засухоустойчивости и нетребовательности к плодородию почв;

- агротехническими – на посевах кориандра в нашей засушливой зоне отсутствуют вредители и болезни, что заметно снижает затраты в технологии возделывания;

- экологическими – большое количество света и тепла в нашем сельскохозяйственном регионе обеспечивает получение наиболее качественных и экологически чистых семян кориандра.

Анализ показывает, что Саратовская область обладает необходимыми природно-климатическими, биологическими и технологическими ресурсами для выхода на высокий уровень производства семян кориандра, в том числе и наиболее пригодных для пищевых добавок при производстве хлебопекарных и кондитерских продуктов.

В качестве технической документации проекта прилагаются:

1. Технология выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебопекарных и кондитерских продуктов: Научно-практические рекомендации – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2019. – 12 с.
2. Реестр филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Саратовской области от 2019 года с характеристикой рекомендуемых для возделывания в регионе сортов кориандра.
3. Акты внедрения разработанной технологии в производство.
4. Рецептуры композитных смесей **«**Аромат**»** для хлебобулочных и кондитерских изделий с обогащающей добавкой из семян кориандра.
5. Фотоматериалы.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИННОВАЦИОННОЙ РАЗРАБОТКИ

Уровень инновационной разработки. Ее востребованность

По имеющимся научно-производственным данным до настоящего времени технология выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий не разрабатывалась. Введение кориандра как компонента готовых композитных смесей позволит производителям не только повысить пищевую ценность выпускаемой продукции, но и увеличить сроки хранения.

В научной литературе имеется данные по разработке технологии выращивания товарных семян кориандра в Воронеже (Скотников П.В., 2009), Тюмени (Ермакова Е.В., 2007), Нижнем Новгороде (Иванов М.Г., 2013), Орле (Хромцев Д.Ф., 2016).

В Воронеже разработаны технологии хлебобулочных изделий с биологически ценными добавками: белоксодержащим продуктом из кориандрового жмыха, чечевичной мукой и композицией белков чечевицы и кориандра, позволяющей получать изделия со сбалансированным белковоуглеводным составом, хлеб кориандровый из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной первого сорта (Тареева Е.М., 1999).

Анализ российского рынка хлебобулочных, кондитерских, макаронных и кулинарных изделий с кориандром показал, средняя стоимость хлебобулочных изделий на основе ржаной или пшеничной муки с добавлением кориандра 144 р/кг; крекеров 220 р/кг; хлебцев – 1200 р/кг. цена хлебопекарных смесей 138 р/ кг. Что подтверждает востребованность данной группы продуктов в сегменте продукции для лечебно профилактического питания и ЗОЖ.

Современный рынок продовольствия все насыщается различными новыми компонентами, среди них – сухие смеси для производства мучных кондитерских изделий. К сожалению, на сегодняшний день у российского производителя наиболее широкое применение находят зарубежные сухие смеси для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

При этом у производственников имеются лишь краткие рекомендации по их использованию, что затрудняет ведение технологического процесса, так же отсутствуют данные и о количественном содержании входящих в состав сухих смесей компонентов, об их пищевой и биологической ценности, потерях при тепловой обработке, что важно при оценке качества готового продукта.

Использование готовых композитных смесей изготовленных из регионального сырья позволит производителям снизить себестоимость выпускаемых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий высокого качества. Так же разработанные обогащенные композитные смеси «Аромат» будут востребованы не только предприятиями отрасли, но и рядовыми потребителями, приверженцами здорового образа жизни и правильного питания.

На сегодняшний день в Поволжье не производят обогащенных отечественных композитных смесей для хлебопекарного и кондитерского производства, несмотря на то, что растет тенденция к здоровому питанию и обогащению мучных изделий функциональными добавками.

Поэтому вопрос, как производства, так и пищевого использования собственных высококачественных семян кориандра в регионе является актуальным. Ежегодно из других регионов в Саратовскую область завозится более 1000 тонн семян этой культуры и качество их ниже, чем у продукции, выращиваемой в местных условиях.

Оптимизация использования разработки.

Многолетние исследования, проведенные на опытном поле Саратовского ГАУ, позволили научно обосновать и разработать инновационную технологию выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий, которая имеет ряд преимуществ перед традиционной технологией.

Кориандр более адаптивная к природным и агробиологическим условиям культура, по сравнению со многими другими полевыми культурами нашего региона. Растения его исключительно засухоустойчивы и прекрасно переносят недостаток влаги в нашей засушливой зоне. Имея хорошо развитую стержневую корневую систему растения кориандра прекрасно добывают питательные вещества из почвы в отличие от большинства полевых культур, под которые нужно вносить дорогостоящие удобрения. Возделывание кориандра экологически безопасно, так как его устойчивость к вредителям и болезням позволяет обходиться без применения пестицидов. В то же время на посевах зерновых. Зернобобовых, масличных и технических культур за вегетацию проводится 2-4 химические обработки, что еще значительно увеличивает затраты. Кориандр – ценный медонос. Он также прекрасный предшественник, т.к. убирается рано – в благоприятную погоду в конце августа. Кроме того, он оструктуривает и улучшает почву.

Наиболее привлекательным производственным качеством разработанной учеными Саратовского ГАУ инновационной технологии выращивания кориандра является ежегодная стабильная урожайность на уровне 1,60 т/га, в то время как традиционно используемая технология обеспечивала продуктивность посевов не более 0,99 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность инновационной технологии выращивания семян кориандра (среднее за 2013-2016 гг.)

Виды технологий	Прямые затраты средств, руб./га	Урожайность семян, т/га	Содержание эфирного масла в семенах, %
Традиционная	8402	0,99	1,8
Инновационная	6244	1,60	2,0

Использование иновационной технологии позволяет увеличить урожайность при полном исключении агрохимикатов, повысить содержание эфирного и жирного масла в семенах кориандра и значительно снизить производственные затраты на выращивание культуры.

Важнейшие элементы, составляющие инновационную технологию выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебопекарных и кондитерских продуктов:

1. Определены зоны выращивания кориандра в регионе – это в первую очередь районы 2, 3, 4 и 5 природно-экономических микрозон Саратовской области (рисунок 1).

Рисунок 1 – Природно-экономические микрозоны Саратовской области (разработаны учеными Саратовского ГАУ рамках выполнения Госконтракта №7ГК от 07.05.2013 г.)

2. Проведен отбор наиболее пригодных отечественных сортов и организовано местное производство их элитных семян. В регионе рекомендуется совершенствовать производство и широкое использование местных сортов кориандра Арома и Аккорд (оригинатор и производитель элитных семян – ФГБНУ РосНИСК Россорго, г. Саратов).

3. Разработана и внедрена ресурсосберегающая технология выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий, включающая следующие агроприемы:

– предшественник – озимые культуры;

– способ обработки почвы – лущение стерни, затем отвальная вспашка на 22-25 см, весной – боронование и культивация;

– рекомендуемые удобрения – биоудобрения и биорегуляторы роста;

– рациональный срок посева – ранний, одновременно с ранними яровыми зерновыми хлебами;

лучший способ посева – рядовой с междурядьями 15 см;

– оптимальная нормы высева – 2,5 млн. всхожих семян на 1 гектар;

– уход за посевами – применение биологической системы защиты посевов с использованием биофунгицидов и энтомофагов, без применения пестицидов;

– способ уборки – однофазный.

4. Учеными Саратовского ГАУ разработана линейка композитных смесей «Аромат», для хлебобулочных, макаронных, кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения, которые используются в технологическом процессе УНПК «Пищевик» и других Саратовских производителей при производстве продукции.

Уменьшение расходов на производство продукции.

Исследования показали, что при применении разработанной инновационной технологии возделывания в отличие от традиционной даже во время засухи у кориандра

не происходит снижения урожайности, а в семенах даже повышается содержание эфирного масла (таблица 2).

Таблица 2 – Экономические показатели различных технологий выращивания семян кориандра в Саратовской области (среднее за 2013-2016 гг.)

Показатель	Традиционная технология	Инновационная технология
Урожайность, т/га	0,99	1,60
Прямые затраты на выращивание, руб./га	8402	6244
Себестоимость 1 т семян, руб.	8487	3903

При этом необходимо отметить, что затраты на выращивание семян кориандра по инновационной технологии на 2158 руб./га или на 25,7% меньше, чем при традиционной технологии, и тем самым, себестоимость сырья для производства композитных смесей «Аромат» в 2,2 раза ниже, что немаловажно в современных условиях рыночной экономики.

Повышение качества продукции, рациональность и экологическая безопасность.

Особенно важно, что только в регионе степного Поволжья, вследствие большого количества света и тепла содержание эфирного масла на 8-10% выше, чем в других регионах России. В инновационной технологии применение рекомендуемых агроприемов повышает эфирного и жирного масла еще на 5-7%. Вследствие этого даже средние урожаи семян кориандра, получаемые при небольших затратах, за счет высокого качества растительного сырья в степном Поволжье, обеспечивают значительно более высокий общий выход сырья при переработке, чем высокие урожаи этой культуры в других регионах России, где качество на порядок ниже. Кроме того, без снижения качества хлебопекарных и кондитерских продуктов можно использовать меньшее количество семян кориандра в рецептуре при производстве пищевых смесей.

Таким образом, выращивание кориандра по разработанной инновационной технологии может стабильно обеспечивать высококачественное эфиромасличное сырье для пищевых добавок при производстве хлебопекарных и кондитерских продуктов, и при этом его качество будет выше, а стоимость получения значительно ниже, чем при традиционной технологии.

Все это говорит о том, что разработанная инновационная технология выращивания семян кориандра с успехом может быть применена для получения обогащенных композитных смесей «Аромат» в условиях Саратовской области.

Данная технология по экологическим параметрам значительно более безопасна, чем используемая до настоящего времени, так как позволяет полностью исключить применения пестицидов.

Кроме того, внедрение инновационной технологии выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве обогащенных композитных смесей для хлебопекарного и кондитерского производств будет способствовать оздоровлению населения и тем самым значительно улучшить социальную и демографическую ситуацию в регионе.

Увеличение производства инновационной продукции, использования инновационной разработки.

Инновационная технология выращивания семян кориандра как сырья для обогащающей добавки в композитных смесях «Аромат» для хлебобулочных и кондитерских изделий в течение последних пяти лет успешно внедрена на полях УНПО «Поволжье» Энгельсского района, ФГУП «Ершовское» Ершовского района, СХПК «Преображенский» Самойловкого района, КФХ «Моисеев А.В» Базарно-Карабулакского района, других сельхозпредриятий зоны степного Поволжья.

Общая площадь внедрения инновационной технологии за период 2014-2018 гг. в Саратовской области составила 8,4 тыс. гектаров, а по прогнозу на 2019 год – 5,0 тыс. гектаров. При среднем уровне чистого дохода в 30 тыс. рублей с 1 гектара эффективность внедрения разработанной технологии за 2014-2018 гг. составила более 250 млн. рублей (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность внедрения разработанной технологии выращивания семян кориандра для пищевых добавок при производстве хлебопекарных и кондитерских продуктов в Саратовской области

Показатели	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г	2019 г (прогноз)
Посевные площади, тыс. га	0,1	0,5	1,4	2,6	3,8	5,0
Урожайность, т/га	1,26	1,42	1,50	1,49	1,38	1,50
Валовый сбор семян, тонн	126	710	2100	3874	5244	7500

Выращенные семена кориандра используются как сырье для производства обогащающей добавки в составе композитных смесей «Аромат» используемых на хлебопекарных и кондитерских предприятиях региона: ООО «Наслаждение», ИП КФХ «Измайлов К.Х.», ИП Петрова Е.Н. – пекарня-кондитерская «Калачевъ», УНПК «Пищевик» и др.

Введение в состав композитных смесей обогащающей добавки из продуктов переработки кориандра, позволяет повысить пищевую ценность готовой продукции.

СОЗДАНИЕ НОВОГО ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО СОРТА ЗЕРНОВОГО СОРГО МЕТЕОР

Авторы:

Шьюрова Н.А.,
Субботин А.Г.,
Жужукин В.И..

CREATION OF A NEW HIGH-PRODUCTIVE GRAIN GRADE SORGO METEOR

Authors:
Shyurova N.A.,
Subbotin A.G.,
Zhuzhukin V.I.

Ключевые слова. *Селекция, высокопродуктивные сорта, зерновое сорго*

Keywords. Selection, high-yielding varieties, grain sorghum

Сорго в условиях нестабильного климата степного Поволжья является страховой культурой благодаря высокой устойчивости к абиотическим и биотическим факторам. Многолетние сравнительные испытания зернокормовых культур в засушливых районах Юго-востока России убедительно свидетельствуют, что зерновое сорго здесь ежегодно дает продукцию и превышает по урожаю основную зернофуражную культуру – ячмень на 4-5 ц/га, а в экстремально засушливые годы – в 2-3 раза. В современных условиях для обеспечения птицеводства дешевым кормом особый интерес представляют короткостебельные сорта сорго зернового.

Владимир Путин 13 октября 2017 года в Воронеже на совещании по вопросам развития сельского хозяйства отметил: «Необходимо реализовать чёткий план действий, сконцентрировать усилия и ресурсы на развитии отечественной селекции и генетики. Это основа продовольственной безопасности страны. Работа по созданию собственной селекционно-генетической базы будет проводиться в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы».

Цель и содержание работы:создание нового высокоурожайного короткостебельного сорта зернового сорго.

Ожидаемые результаты: результаты исследований по селекции, а так же разработанные технологии возделывания позволят увеличить посевные площади зернового сорго в России, в частности в Поволжье, что гарантированно обеспечит

питательными кормами сельскохозяйственное производство и увеличит ассортимент продуктов питания.

Потребность отрасли в изделиях, продукции, технологии: повышение продуктивности растениеводства и снижение затрат обеспечит устойчивое и эффективное развитие народного хозяйства страны с учетом требований импортозамещения и экономической безопасности.

С кем согласована потребность отрасли в изделиях, продукции, технологии, объем и место внедрения: Министерство сельского хозяйства Саратовской области. Сорт зернового сорго Метеор выращивается в хозяйствах Калининского, Красноармейского, Лысогорского, Озинского, Энгельсского районов Саратовской области(***акты внедрения прилагаются***). Сорт активно используется в селекционных программах ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и ФГБНУ РосНИИСКРоссорго.

Площадь возделывания семенного материала - ПР 3 – 1,0га; ПР 4 – 3,0га.

Урожайность зерна на сортоучастках - 2,2 – 6,4т/га

Затраты на производство семян: прямые затраты в поле – 11,0 тыс. руб./га, затраты на очистку, сушку, калибровку, затаривание, маркирование 6,5 -9,5 тыс. руб./т.

Себестоимость семенного материала составляет 16,4 – 19,2 тыс. руб./га;

Сортовые и посевные качества семян. Масса 1000 семян - 49,4 г., всхожесть - 92%, чистота семян - 99,5%, сортовая чистота по данным полевой апробации - 100%.

Интегрированная система защиты растений. Апробировано применение гербицида Гезагард, а так же других средств защиты растений, включенных в список разрешенных к применению на посевах сорго.

Технология возделывания нового сорта механизирована на 100%.

Рентабельность производства – на семеноводческих посевах до 70-80% уровень рентабельности за счёт дефицита семян зернового сорго сорта Метеор. На товарные (фуражные) цели – 30-37%.

Сроки создания сорта. Зерновое сорго сорта Метеор передали на государственное сортоиспытание в 2016 году, в 2017-2018 гг. проводилось испытание на госсортучастках РФ и допущен к использованию с 2019 года в Самарской, Ульяновской, Пензенской областях и республике Татарстан.

Рекламная информация. Информация о деятельности ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ имеется на сайте учреждения.

Описание нового сорта зернового сорго Метеор

Авторское свидетельство № 71205от 23.07.19 г.

Заявка на допуск к использованию № 8356015

Приоритет от 28.11.2016 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 23.07.2019 г.

Заявители: ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова.

Авторы сорта: Жужукин В.И., Сёмин Д.С., Морозов Е.В., Вертикова Е.А., Субботин А.Г.(рисунок 1).

Рисунок 1 - Зерновое сорго сорт Метеор

Включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания по 7 региону. Сорт зерновой, лущильный. Рекомендуется для выращивания на семена с использованием в пищевых целях и на корм скоту. Созревание семян наступает на 92-98 день после полных всходов.Растение высотой 121-126 см. Стебель зеленый. Листья зеленые. Окраска пазухи листа зеленая (приложение 1-5).

Рисунок 2 - Посев зернового сорго в УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области

Семена светло-коричневые, округлые, консистенция - полустекловидная. Масса 1000 семян 45,6-47,2 г (рисунок 3). Урожайность семян 5,22-5,90т/га.

Рисунок 3 - Метёлка и семена зернового сорго сорта Метеор

Устойчивость к засухе (почвенной и воздушной): в период от всходов до цветения – 5 баллов; в период от цветения до созревания – 5 баллов. Холодостойкость– 5 баллов. Поражаемость болезнями: на жестком инфекционном фоне: пыльной головней и твердой головней, красным бактериозом не наблюдалось. Повреждаемость вредителями: злаковой тлей - 0%.

Таблица 1 - Ботаническое описание сорта

Элементы	Сорт Метеор
1.Растение:	
а) окраска всходов	зеленая
б) число листьев на главном стебле	10
в) число надземных узлов на главном стебле	10
г) окраска стебля (при выбрасывании метелок и созревании зерна)	зелёная
2. Метелка	
а) форма	симметричная
б) окраска	светло-коричневая
в) опушение	слабое
г) длина, см	26,0
д) расстояние от последнего узла до первой веточки-метелки (длина ножки), см	46,0
е) расстояние от раструба верхнего листа до первой веточки метелки, см	20,0
ж) положение (наклонность или загнутость)	прямостоячая
3. Листовое влагалище:	
а) окраска	зелёная
б) опушение	среднее
4. Листья:	

а) форма и размер в см	45,0– длина 4,2- ширина
б) окраска пластинки и жилок	зеленая жилка зеленоватая
в) опушение пластинки и жилок	слабое
5. Зерно:	
а) форма	округлая
б) окраска	светло-коричневая
в) пленчатость	заметно открытая
г) окраска оболочки и аллейронового слоя	желтоватая
д) окраска эндосперма	светло-желтый
е) консистенция	полустекловидный
ж) вымолачиваемость	легкая
6. Колоски:	
а) форма	яйцевидная
б) остистость	средние
в) размер колосковой чешуи	короче длины зерновки
г) окраска колосковой чешуи	светло-коричневая
д) характер колосковой чешуи	гладкая

Особенности агротехники в сельскохозяйственном производстве.

В условиях Саратовской области сорт зернового сорго Метеор выращивают на южных чернозёмах и каштановых почвах. Лучшими предшественниками являются озимые, яровые колосовые, зернобобовые и пар (рисунок 4).

Технология выращивания предусматривает посев широкорядным способом (междурядье 0,70 и 0,45м). Для получения оптимальной густоты стояния растений (100-250 тыс./га) рекомендуется высевать на 1 гектар 7 - 10 кг кондиционных семян.

Сроки посева – вторая декада мая. Для получения дружных всходов положительный эффект получается если выполняется прикатывание посевов.

Требование сорта к поливам при искусственном орошении – достаточно устойчив к нехватке влаги. На полях УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ уборка осуществлялась селекционным комбайном Terrion 2010.

Применение передовых (прогрессивных) технологий. В условиях Саратовской области была изучена продуктивность растений зернового сорго сорт Метеор при различных способах обработки почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность сорта Метеор на различных вариантах обработки почвы (в среднем за 2018-2019 гг.)

№ п/п	Вариант обработки почвы	Биологическая урожайность при фактической влажности семян, т/га	Фактическая уборочная влажность семян, %	Стандартная влажность семян, %	Урожайность при стандартной влажности семян, т/га
1	Вспашка	7,58	16,9	13	7,24
2	Минимальная обработка	5,49	15,7	13	5,29
3	Глубокое рыхление	8,48	18,4	13	7,96

Сорт пригоден для возделывания по классической, ресурсосберегающей технологиям возделывания, в настоящее время изучается возможность выращивания по технологии «N-till»

Рост урожайности сельскохозяйственных культур. Характеристика инновационной разработки в сравнении с существующими отечественными и зарубежными аналогами.

Сравнительная оценка биологической урожайности различных сортов зернового сорго показала преимущество в урожайности сорта Метеор над сортом стандартом Перспективное 1 и гибридами иностранной селекции Арский и Арморик при возделывании по классической технологии (таблица 3).

Необходимо отметить, что уборочная влажность зерна у гибридов иностранной селекции была выше на 3,6 – 4,2% чем у сорта стандарта Перспективное 1 и на 2,6 – 3,2% чем у сорта Метеор.

Таблица 3 - Анализ биологической урожайности сорго зернового в условиях Энгельсского района Саратовской области (в среднем за 2018 – 2019 гг.)

№ п/п	Сорт/гибрид	Биологическая урожайность, т/га	Влажность уборочная, %	Влажность стандартная, %	Урожайность, т/га
1	Перспективное 1	6,54	15,3	13,0	6,37
2	Арский (Франция)	6,78	19,5	13,0	6,28
3	Арморик (Франция)	7,28	18,9	13,0	6,79
4	Метеор	7,52	16,3	13,0	7,24

Снижение стоимости семенного материала.

Экономическая оценка выращивания сортов зернового сорго показала целесообразность выращивания сорта Метеор. В расчётах экономической эффективности использовали цены 2019 года – за 1 тонну 5,0 тыс. руб.

Таблица 5 – Экономическая эффективность выращивания на фуражные цели зернового сорго при классической технологии возделывания

Показатели	Метеор	Перспективное 1
1. Урожайность зерна, т/га	7,24	6,37
3. Стоимость основной продукции, тыс. руб./га	36,2	31,9
4. Прямые затраты, тыс. руб./га	14,3	14,0
5. Расчетная себестоимость 1 т.зерна, тыс. руб.	1,9	2,2
6. Условный чистый доход, тыс. руб./га	21,9	17,9
7. Уровеньрентабельности, %	153,1	128,0

Сравнительная оценка экономической эффективности изучаемых сортов показала преимущество выращивания сорта Метеор вследствие более высокой продуктивности и низкой уборочной влажности зерна. Уровень рентабельности у данного сорта достигал максимальной величины – 153,1%, что на 25,1% выше, чем у сорго сорта Перспективное 1.

Повышение сортовых и семенных качеств семян. Проведенные эксперименты в 2018-2019 гг. показали, что выход кондиционных семян выше на 4,2% у сорта Метеор. Лабораторная всхожесть составила – 89,2%, что на 3,5% выше, чем у сорта Перспективное 1. По показателю влажности семян отмечалось небольшое различие (таблица 6).

Таблица 6 - Выход и качественные показатели семенного материала зернового сорго (среднее за 2018-2019 гг.)

Сорта	Урожайность зерна, т/га	Выход кондиционных семян		Лабораторная всхожесть семян, %	Влажность семян, %
		т/га	%		
Перспективное 1	6,37	4,56	71,6	86,7	12,7
Метеор	7,24	5,48	75,8	89,2	12,5
$НСР_{05}$	0,34	0,23			

Таблица 7 - Основные показатели нового сорта Метеор

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Площадь возделывания семенного материала, га	2	5	21
Урожайность, т/га	6,5	6,1	7,9
Затраты на производство семян, тыс. руб./га	19,4	20,1	21,4
Себестоимость семенного материала, тыс. руб./т	2,90	3,29	2,71
Сортовые и посевные качества семян	Оригинальные семена (ОС) с чистотой семян 100 %. Всхожесть семян 89,2 %.	Элитные семена (ЭС) с чистотой семян 99,7 %. Всхожесть семян 87,6 %.	Репродукционные семена (РС) с чистотой семян 98,5 %. Всхожесть семян 83,4 %.
Наличие прогрессивных технологий	Сорт пригоден для возделывания по классической и ресурсосберегающей технологии. Изучается возможность выращивания по технологии «No-till»		

Интегрированная защита растений	Апробировано применение гербицида Гезагард, а так же других средств защиты растений, включенных в список разрешенных к применению на посевах сорго. Возделывание нового сорта Метеор требует ограниченного применения пестицидов в связи с повышенной устойчивостью культуры к местным патогенам и вредителям.
Производительность труда	Внедрение нового сорта зернового сорта Метеор в сельскохозяйственное производство позволило повысить производительность труда на 13-18%.
Рентабельность производства	На семеноводческих посевах до 70-80% уровень рентабельности за счёт дефицита семян зернового сорго сорта Метеор. На товарные (фуражные) цели – 30-37%.

Рисунок 4 – Посевы зернового сорго сорта Метеор на полях КФХ «Кузьмин С.К.»,с. Юнгеровка Лысогорского района Саратовской области

Рисунок 5 - Состояние посевов зернового сорго сорта Метеор на полях КФХ «Тетюхин С.М.» Калининского района Саратовской области

Выводы

Выведенный и внедренный в сельскохозяйственное производство новый сорт сорго зернового обладает рядом преимуществ. Стимулирующим фактором для производства его является стабильно высокая урожайность и устойчивость к болезням. Анализ формирования и тенденций на рынке показывает, что эта культура может быть выгодной для тех, кто не только будет использовать её как корм сельскохозяйственным животным, но и перерабатывать и продавать как продукт питания для населения.

Сорт Метеор способствует максимальному использованию биологического продуктивного и средообразующего растительного потенциала.

Внедрение нового сорта Метеор, обладающего способностью обеспечить гарантированную высокую урожайность, позволит значительно увеличить отдачу с сельскохозяйственного гектара.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Авторы:

Тарбаев В.А., Нейфельд В.В.,
Ткачев А.А., Морозов М.И.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR MONITORING AGRICULTURAL LANDS

Authors:
Tarbaev V.A., Neufeld V.V.,
Tkachev A.A., Morozov M.I.

Ключевые слова. *ГИС, земли сельскохозяйственного назначения*

Keywords. GIS, agricultural land

Наиболее перспективным направлением совершенствования системы мониторинга, как государственного информационного ресурса, служит широкое применение ГИС технологий с максимальным использованием информации дистанционного зондирования состояния земель и растительного покрова. Вместе с тем, эффективность мониторинга земель, как любой земельно-информационной системы напрямую зависит от способности обеспечить по составу параметров и качеству информации (точности, оперативности, формы представления) реализацию функций управления. Как задачи управления земельными ресурсами, так и используемые при этом модели поведения и параметры состояния объекта, будут меняться в зависимости от системного уровня, на котором осуществляется управление: поле (рабочий участок угодий); сельскохозяйственное предприятие; земельные ресурсы в административном районе и регионе.

Научно-технологическая новизна разработки обусловлена возможностью интеграции информации государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, реализуемого в формате ФГИС «Функциональная подсистема «Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения»:

- с региональными геоинформационными системами агропромышленного комплекса (ГИС АПК), обеспечивающие информационную поддержку в реализации функций управления на региональном и муниципальном уровне;
- с локальными геоинформационными системами сельскохозяйственных предприятий, обеспечивающих информационную поддержку в реализации точных технологий земледелия.

Инновационная технология мониторинга базируется на применении ГИС-технологий, обеспечивающих включение в серию многослойных цифровых тематических карт:

- архивную информацию Госфонда данных, полученных в результате проведения землеустройства (результаты почвенных обследований, данные проектов внутрихозяйственного землеустройства и внутрихозяйственной оценки);
- информацию ФГИС «Функциональная подсистема «Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения», включающую результаты агрохимических обследований и условий использования угодий землепользователями;
- информацию Росреестра о правовых характеристиках земель и земельных участков;
- данные дистанционного зондирования: космических снимков высокого разрешения для региональных ГИС, беспилотный техники для локальных ГИС.

В целях ресурсосбережения и автоматизации задач управления земельными ресурсами, проведения мониторинга сельскохозяйственных предприятий, а также ведения всех видов учета, технология апробирована для земельных участков на территории крупного аграрного региона Российской Федерации - Саратовской области.

ПАТЕНТНО-ЛИЦЕНЗИОННОЕ ЗАВЕРШЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

Логическим завершением работ по проведения мониторинга являются формирование государственного информационного ресурса о количественных и качественных характеристиках земель сельскохозяйственного назначения, необходимых для реализации различных функций государственного, муниципального и внутрихозяйственного управления. Полученные результаты мониторинга по предлагаемой технологии могут служить обоснованием направлений совершенствования ФГИС «Функциональная подсистема «Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения» в плане паспортизации объектов сельскохозяйственного землепользования качественными характеристиками.

КОНКУРЕНТОПОСОБНОСТЬ НА ВНУТРЕННЕМ И ВНЕШНИХ РЫНКАХ

Отличаясь многофункциональностью, комплексностью и универсальностью с позиций объединения всех доступных информационных ресурсов для агропроизводственной характеристики сельскохозяйственных угодий, инновационная технологии мониторинга имеет ряд преимуществ:

- доступ зарегистрированных пользователей к данным через WEB-браузер;
- одновременное подключение слоев кадастра, цифровых космических и аэрофотоснимков, карт типов почв и других растровых топографических карт с преобразованием классификационных характеристик почвенного покрова в количественные показатели нормативной урожайности для паспортизации угодий по качественным характеристикам;
- интеграция базы данных с векторными картами земель сельскохозяйственного назначения, иных площадных объектов;
- полная интеграция базы данных с тематическими векторными картами земель сельскохозяйственного назначения, иных площадных объектов;

- возможность размещения на карте любых точечных и площадных объектов: инвестиционных площадок и проектов, специализированных объектов и предприятий и т.п.;

- возможность подключения к открытым сервисам, публикуемым Росреестром и иными федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации.

НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ

Основными направлениями практического использования разработки являются применение технологий удаленного доступа, дистанционного зондирования при съемках, наблюдениях и обследованиях земель сельскохозяйственного назначения с применением беспилотной техники к информационным ресурсам, получаемым:

а) в базовых наблюдениях - сбор и обработка информации за состоянием сельскохозяйственных земель с использованием совмещенных наблюдений (наземных и (или) данных дистанционного зондирования);

б) в периодических наблюдениях - сбор и обработка информации за состоянием сельскохозяйственных земель, в том числе их фактическом использовании, и состоянием почв, проводимых не реже одного раза в 5 лет;

в) в оперативных наблюдениях - система мероприятий по сбору и обработке информации о текущем состоянии и использовании сельскохозяйственных земель, проводимых не реже одного раза в год (в период вегетации сельскохозяйственных культур).

Система позволяет работать не только с полями и предприятиями, но и с сельскими муниципальными образованиями, а также с районами. Система позволяет получать быстрый доступ к районным данным, создавать отчеты, таблицы, диаграммы и тематические карты для полного и наглядного анализа. Система имеет возможность проведения со стороны региональных органов управления объективного внешнего контроля и мониторинга соответствующих данных на основе получения информации из различных источников и отчетных данных, а также на основе данных дистанционного зондирования с помощью космических снимков.

Анализ районных показателей с помощью тематических карт дает более наглядное представление о дифференциации районов, позволяет оперативно получать информацию для управленческих решений, выявлять причины нетипичных отклонений и т.п.

При постоянном обновлении данных система позволяет их накапливать и осуществлять анализ динамики изменения любых показателей.

ГИС АПК Саратовской области, как пилотного проекта должно привести к созданию Регионального геоаналитического (ситуационного) центра АПК, который позволит решить задачу эффективного использования сельскохозяйственных земель. Кроме решения задач по проведению инвентаризации и использованию земель будет являться мощным инструментом оказания информационной поддержки в проведении эффективной аграрной политики на территории региона, способствовать устойчивому развитию сельских территорий и повышению конкурентоспособности регионального АПК.

Традиционно в России для целей мониторинга многие годы использовалась авиационная техника (т.н. малая авиация, как правило, самолеты типа АН-2), эксплуатация которой высокозатратна и весьма ощутима, особенно для бюджета

небольших сельскохозяйственных предприятий. Вместе с тем, как показала практика, стоимость применения беспилотной летательной техники (дронов) во много раз дешевле любого пилотируемого летального аппарата. Нужно отметить, что данное направление дистанционного зондирования является перспективным для России, хотя беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве России в настоящее время применяются очень точечно и ограниченно.

ФГБОУ ВО Саратовским ГАУ был создан ортофотоплан территории хозяйства УНПО «Поволжье» (рисунок 1), а также план землепользования хозяйства на основе ортофотоплана (рисунок 2).

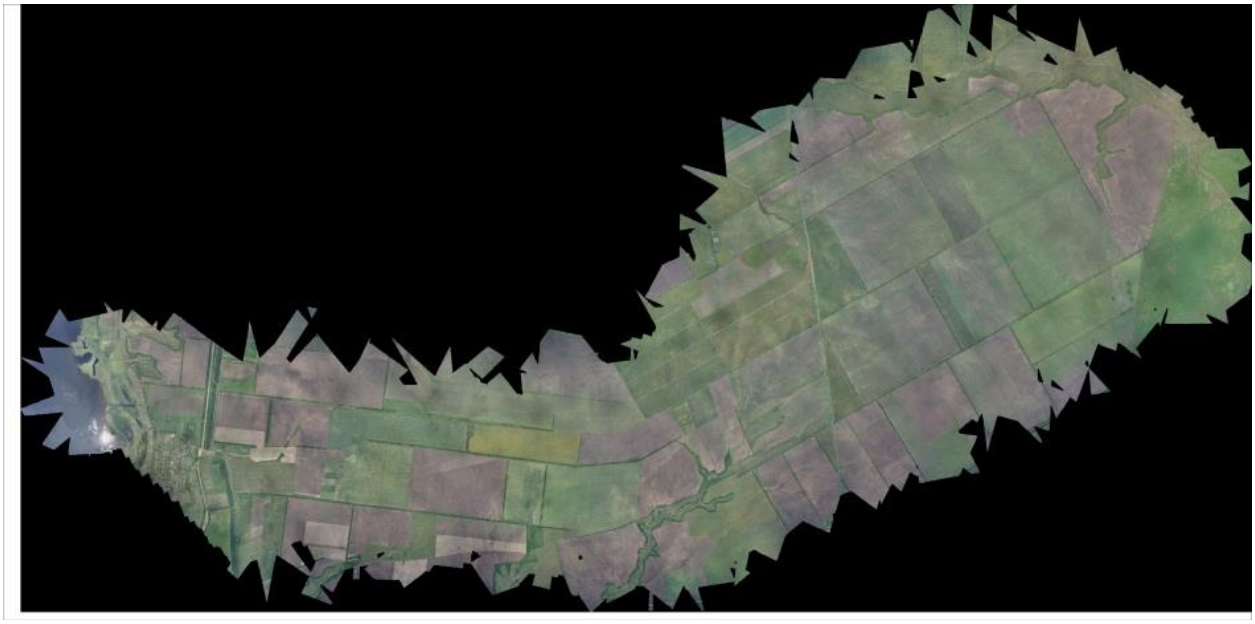


Рисунок – 1 Ортофотоплан территории УНПО «Поволжье» Энгельсского муниципального района Саратовской области

Рисунок 2 – План землепользования территории УНПО «Поволжье» Энгельсского муниципального района Саратовской области

Полигоны полей уточнялись и создавались на основе аэрофотоснимков беспилотной техники.

Аэрофотоснимки получали с помощью камер SONY, разрешение 6000x4000, горизонтальное и вертикальное разрешения 350 точек на дюйм, фокусное расстояние 200 мм, светосила 2,965, яркость 8,56, средний размер одного снимка 10 мб.

Охват одного снимка с высоты 1 км составил на местности 650x1000 метров, размер одного пикселя ортофотоплана составил 20 см, расстояние между соседними снимками 142 метра, период фотографирования 7,1 секунды, расстояние между проходами 680 метров, масштаб получаемого ортофотоплана 1:3000.

Также следует отметить, что преимущества и уникальность данной технологии очевидны для топографо-геодезического обоснования территории хозяйств, использование ее не только для создания, но и обновления цифровых карт и планов тех территорий, для которых отсутствует практическая возможность или экономическая целесообразность детального изучения местности и определения числовых характеристик по космическим снимкам или материалам традиционной наземной топосъемки.

Съёмка, выполненная беспилотной техникой (самолетами и коптерами), позволяет быстро и точно оценить площадь сельскохозяйственных угодий (рисунок 3), а постоянный мониторинг даёт возможность оценить вегетативное состояние культур по индексу NDVI и оперативно контролировать ситуацию (рисунок 4).

Рисунок 3- Несоответствие площадей по данным хозяйств и аэрофотоснимка

Рисунок 4 – Аэрофотоснимок сельскохозяйственных угодий УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области при помощи дрона

Поскольку с помощью беспилотной техники можно определить характер и рельеф местности, геометрические размеры полей и границы, технология находит себе применение в мониторинге земель сельскохозяйственного назначения в разрезе проявления процессов линейной эрозии и смыва почв (рисунок 5).

исунок 5 – Изучение развития эрозии по мозаике снимков

Применение ГИС-технологий позволяет создавать цифровые тематические карты, объединяющие результаты почвенных обследований (архивная информация Росреестра) и современных агрохимических обследований для комплексной агропроизводственной характеристики участков угодий. Форма агроэкологического паспорта участка наряду с агрохимическими параметрами должна включать информацию по характеристике почвенного покрова (включая графическое отображение почвенной

карты рабочего участка пашни), величину нормативной урожайности культур, необходимых и для реализации точных технологий, и для кадастровой оценки земель. Форма раздела «характеристика почвенного покрова участка пашни» агроэкологического паспорта на примере участка №24 УНПО «Поволжье» приведена на рисунке 6.

Применение фототехники в других частях спектра (отдельно или в совокупности с другими оптическими фильтрами) позволяет провести комплексную оценку потребности растений в макро и микроэлементах питательных веществ и научно обосновать нормы и площади их внесения.

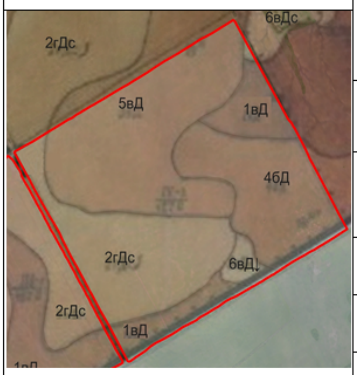
Почвенная карта участка пашни	Индекс почв на почвенной карте	Код почвенной разности	Площадь почвенной разности, га	Название почв	Балл бонитета почв	Нормативная урожайность на пашне, т/га				
						зерновые	подсолнечник	сено: многолетних трав	сено: однолетних трав	кукуруза на зерно
	1вД	836	53,9	Тёмнокаштановые (ТК) среднемощные среднесуглинистые	85	1,78	1,23	2,18	2,09	2,02
	2гД	846	112,0	ТК среднемощные легкосуглинистые слабодефлированные	73	1,57	1,08	1,91	1,83	1,77
	4бД	814	96,7	ТК маломощные тяжелосуглинистые	87	1,82	1,26	2,22	2,13	2,06
	5вД	837	159,9	ТК маломощные среднесуглинистые	76	1,62	1,12	1,98	1,90	1,83
	6вД↓	840	12,1	ТК маломощные среднесуглинистые слабосмытые	68	1,48	1,02	1,80	1,73	1,67

Рисунок 6 - Форма раздела агроэкологического паспорта по характеристике почвенного покрова участка пашни

В мировой сельскохозяйственной практике снимки инфракрасной искусственной расцветкой применимы в расчете вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который позволяет адекватно:

- идентифицировать возделываемые сельскохозяйственные культуры и сорную растительность;
- оценивать состояние растительности в количественном отношении, оценивать всхожесть и рост растений;
- анализировать продуктивность и прогнозировать урожайность.

Применение дронов в УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ помогает решать задачу, совместно с агрохимической службой, по составлению цифровых актуальных карт содержания в почве макро- и микроэлементов минерального питания для определения норм внесения удобрений.

Одним из самых современных направлений в земледелии является так называемое точное земледелие, которое является интегрированным процессом управления ростом растений в соответствии с их потребностями. Интегрирующей основой такой технологии являются геоинформационные системы (ГИС), позволяющие снимать, накапливать и обрабатывать информацию, характеризующую состояние растительности или почвенного покрова. ГИС-технологии позволяют создавать многослойные тематические цифровые карты, необходимые для анализа динамики исследуемых процессов, оптимизировать информационную поддержку принятия экономически значимых решений на всех уровнях управления.

Апробация технологии проведена на площади более 6000 га, включающей территорию УНПО «Поволжье» (ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ) Энгельсского района Саратовской области с помощью дронов (рисунок 7).

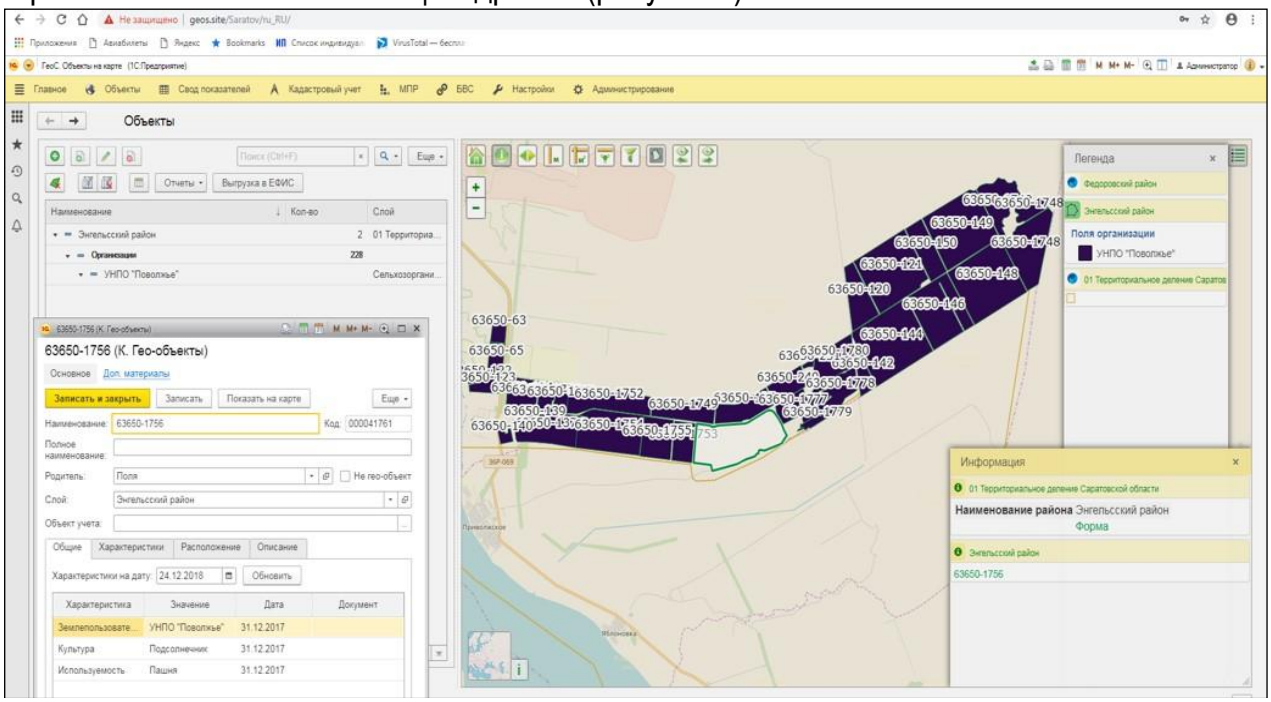


Рисунок 7 – Векторная карта полей УНПО Поволжье Энгельсского муниципального района

Очевидными преимуществами аэрофотосъемки с дронов являются также:

- высокое разрешение и возможность создания панорамных снимков;
- возможность выбора погодных условий и времени суток для проведения аэрофотосъемки;
- оперативность и низкая стоимость;
- экологическая безопасность (для работы используется электрический двигатель, что обеспечивает практическую бесшумность и экологическую чистоту полетов).

Рисунок 8- Мониторинг технологических процессов в растениеводстве

Для реализации точных технологий земледелия с использованием сельскохозяйственных машин, способных автоматически менять по команде бортового компьютера уровень технологического воздействия (нормы высева, дозы удобрений и различных агрохимикатов и т.п.) на заданном месте в ходе движения агрегата по полю, обязательным условием является координатная привязка поля. Она даёт возможность накапливать результаты анализа почвенных характеристик и состояния растительного покрова в виде слоя электронной карты и на её основе строится система движения сельскохозяйственной техники (рисунок 9).

Рисунок 9 - Построение треков движения сельхозтехники на карте

Локальная ГИС представляет собой единую базу данных, в которой можно собирать, хранить, обрабатывать, анализировать и сопоставлять любую информацию, необходимую для принятия управленческих решений, в том числе картографические данные и данные по любым объектам, размещенным на соответствующих картах, например, данные о состоянии зернохранилищ, наличию и хранению сельскохозяйственной техники, высоту снежного покрова за различный период (рисунок 10, 11, 12).

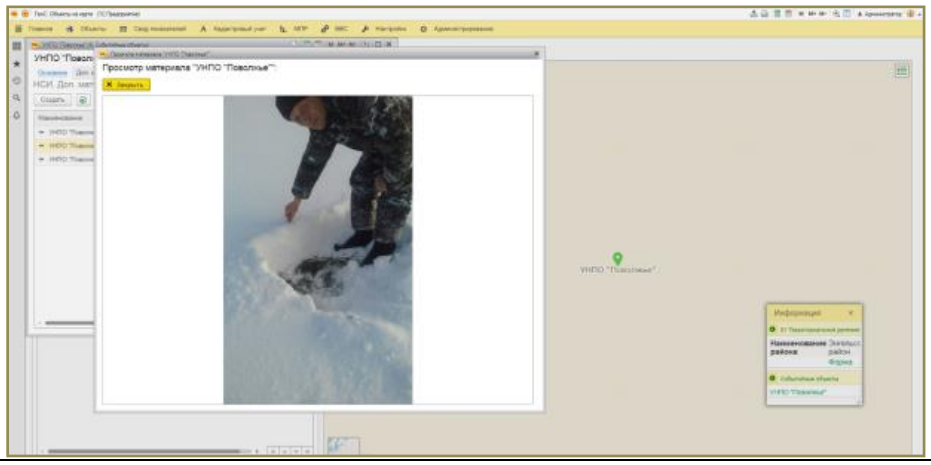


Рисунок 10 – Высота снежного покрова на полях УНПО Поволжье Энгельсского муниципального района

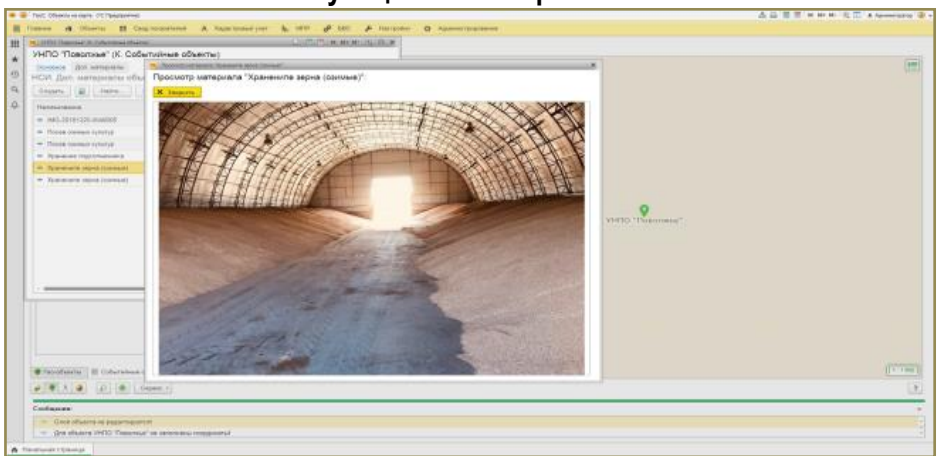


Рисунок 11 – Состояние зернохранилищ УНПО Поволжье Энгельсского муниципального района

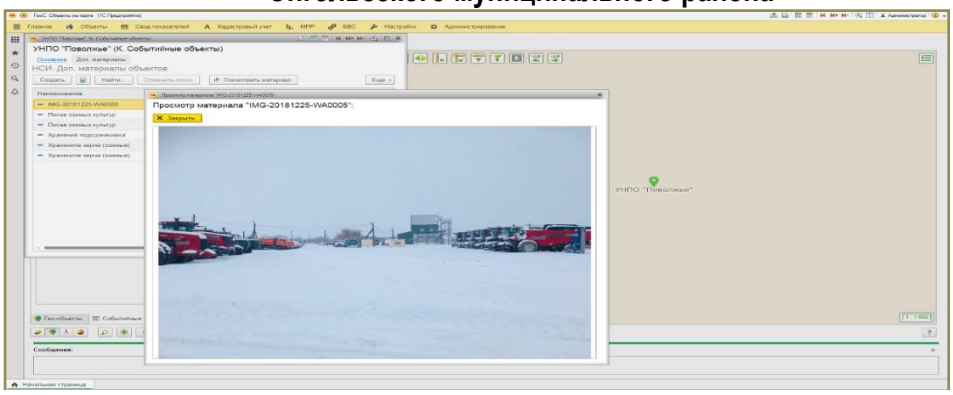


Рисунок 12 – Хранение сельскохозяйственной техники на базе УНПО Поволжье Энгельсского муниципального района

СНИЖЕНИЕ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ И РАСХОДОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ. ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО

Финансово-экономическая эффективность предлагаемой технологии в значительной степени зависит от типа и вида применяемой беспилотной техники. При выборе беспилотной техники для целей мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, как правило, соблюдают следующие требования:

- высота подъема дрона не менее 100 м с возможностью зависания над территорией или объектом;
- высокий уровень маневренности, управляемости;
- устойчивость аппарата к порывам ветра;
- низкий уровень тряски при полете и высокий уровень виброустойчивости оптических систем.

Как показывает практика, для выполнения функций МЗСН применяется различная беспилотная техника, стоимость которой варьируют в широком ценовом диапазоне (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики дронов отечественного производства

Параметры	дрон самолетного типа		дрон вертолетного типа	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Исходя из характеристик, представленных в таблице 1, наиболее подходящим вариантом для целей МЗСН необходимо считать дрон Supercam S250 и дрон Sovzond Air-Con 3X, который позволяет нести достаточную для производства работ полезную нагрузку (фотоаппарат, видеокамеру, тепловизор и т.д. полным комплектом) при максимальной дальности полета, а значит продолжительности работы в воздухе (рисунок 13,14).

Рисунок 13 – Коптер Sovzond Air-Con 3X

Рисунок 14. - БПЛА SuperCam S250F

Для выполнения функций фото-, видео- и тепловизионной съемки необходимо использование различных видов полезной нагрузки (ПН), что позволит получить различную информацию о состоянии линии электропередачи.

В качестве аппаратуры для фотосъемки выбрана камера Sony ILCE-6000 APS-C на двухосевой гиростабилизированной платформе с разрешением 24,7 млн. пикселей. Данная камера позволяет получать изображения отличного качества с высокой скоростью 11 кадров/с, что дает возможность выбирать лучшие кадры с лучшим разрешением.

В качестве аппаратуры для видеосъемки выбрана камера с гиростабилизацией Sony FCB-H11 с разрешением 1920 на 1080 пикселей, которая будет передавать изображение на пульт оператора дрона в режиме реального времени. Использование камеры с таким разрешением повысит оперативность при выявлении дефектов элементов снимка.

Для сравнения двух вариантов с использованием дрона самолетного и вертолетного типов произведем расчет годовых затрат на мониторинг земель сельскохозяйственного назначения сельскохозяйственных угодий УНПО «Поволжье» на площади 6000 га.

При нормативной периодичности мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (в разрезе агрохимического обследования) должен быть проведен не реже 1 раза в 5 лет. Таким образом, ежегодно необходимо в среднем совершить облет 1200 га.

Расчёт годовых затрат проведен по формуле:

$$З_к = К/Т_{сл} + (Q*U*C_э*10^{-3})S/L_s$$

где, $З_к$ - годовые затраты проведения МЗСН с помощью дрона, руб.; К – стоимость дрона, руб.; $Т_{сл}$ - срок службы дрона, гарантированный заводом-изготовителем; ***S*** – общая площадь обследования, га; L_S - средняя площадь обследования, обследуемая на одной зарядке дрона, га; Q - емкость аккумуляторной батареи, А-ч; U - номинальное напряжение аккумуляторной батареи дрона, В; Сэ - средняя стоимость электроэнергии для зарядки дрона, кВт- ч.

В расчетах годовых затрат по проведению мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с помощью дрона заданного типа не учитываются транспортные расходы, поскольку облет совмещается с осмотром с земли.

Таким образом, использование дронной техники в качестве оборудования для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения экономически оправдано.

Стоит учитывать, что применяемые в работе дроны не могут осуществлять работу в любой день в году из-за погодных ограничений: осадков, ветра со скоростью выше 10 м/с, тумана. Температура окружающей среды для работы дронов согласно технических паспортов находится в пределах от -30°С до +40°С. Чтобы оценить количество дней, когда дрон может работать с учетом его характеристик, можно проводить анализ гидрометеорологических данных за многолетний период, в т.ч. находящихся в открытом электронном публичном доступе (weatherarchive.ru).

В результате обработки данных по территории проведения мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (Энгельсский район Саратовской области) выявлено, что в среднемноголетнем разрезе дни с температурами, выходящими из диапазона (-30; +40°С) отсутствуют, количество дней, когда скорость ветра превышает 10 м/с, составляет 25 (без учета кратковременных порывов ветра). В среднем по районам количество дней в году с осадками - 102 (без учета пасмурных дней с кратковременными осадками).

Исходя из количества пригодных для эксплуатации дней в году, а для условий Саратовской области это 240 дней, исходя из упрощений, что в один день встречается лишь одно ограничивающее эксплуатацию условие. Это показывает, что, хотя Саратовская область и расположена в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения, климатические факторы практически не ограничивают применение выбранного нами типа дронной техники.

Сравним затраты, обусловленные заработной платой специалистов на проведение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Для этого рассчитаем стоимость обследования 1000 га территории для каждого типа дронов с учетом их характеристик, приведенных в таблице 1, и с учетом пригодных дней для эксплуатации беспилотных аппаратов. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Себестоимость обследования 1000 га при помощи дронной техники по сравнению

с полевым обследованием ниже на 91%, что еще раз подтверждает выгодность использования применяемого типа дронов.

Таблица 2 - Экономическая эффективность применения дронной техники при мониторинге земель сельскохозяйственного назначения

Показатели		традиционна	беспилотная с носителем			
		Обследование наземной	самолетного типа		вертолетного типа	
			Supercam	Геоскан Lite	Sovzond	R.A.L. X6T
Заработная						
Скорость обследования	в час (*кол-во км в день/число рабочих*	2,0	11,25	6,7	5,0	1,8
Заработная плата группы специалистов на проведение МЗСН 1 га, руб. (*заработная плата группы в*		245	43	43	98	261
Стоимость эксплуатации дрона, руб.	при обследовании 1 га	-	36	44	30	189
Общая стоимость обследования 1 га, руб. (*заработная плата специалистов за 1 га+ стоимость*		245	79	105	128	450
Стоимость обследования 1000 га,		2400	800	1200	1300	4500

РЕАЛИЗУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА

Использование ГИС в сельском хозяйстве предоставляет новые возможности для пространственного анализа и мониторинга состояния сельскохозяйственного производства. ГИС-технологии позволяют создавать многослойные тематические цифровые карты, необходимые для анализа динамики исследуемых процессов, оптимизировать информационную поддержку принятия экономически значимых решений на всех уровнях управления. Существенным плюсом использования ГИС для управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства на уровне конкретного поля и хозяйства является возможность моделирования и картографического отображения в серии тематических электронных карт параметров, характеризующих

состояние управляемого объекта (параметры почвенного покрова, обеспеченность элементами минерального питания), так и состояние растительного покрова.

Саратовский государственный аграрный университет стремится к практической реализации ГИС технологий. На кафедре «Землеустройство и кадастры» беспилотный летательный аппарат «SuperCam – S250F», используется для аэрофотосъемки различных объектов, а также для актуализации картографических материалов.

В 2018-2019 годах ученые кафедры «Землеустройство и кадастры» в рамках проведения мониторинга земель сельскохозяйственного назначения обследовали беспилотной техникой территорию Энгельсского муниципального района общей площадью 215126 га, в том числе Терновское муниципальное образование площадью 38800 га. Исследуемое хозяйство, УНПО «Поволжье», входит в состав Терновского муниципального образования, в результате получен ортофотоплан в пространственной привязкой с точностью до 1 метра, составленный более чем из 3000 ортофотосников, в последующем он был оцифрован и получена актуальная цифровая карта с указанием точных площадей каждого поля.

Полученные данные можно дополнительно использовать для:

1. Создания координатной основы использования информационных технологий управления технологическим процессом дифференцированного воздействия на систему «почва-растение»;
2. Уточнения площади видов угодий, отдельных рабочих участков;
3. Контроля состояния посевов полевых культур;
4. Выявление участков проявления потенциально опасных деградационных процессов для растений и плодородия почв, связанных с эрозионными процессами;
5. Обеспечения формирования государственного информационного ресурса о состоянии земель сельскохозяйственного назначения в части показателей их плодородия.

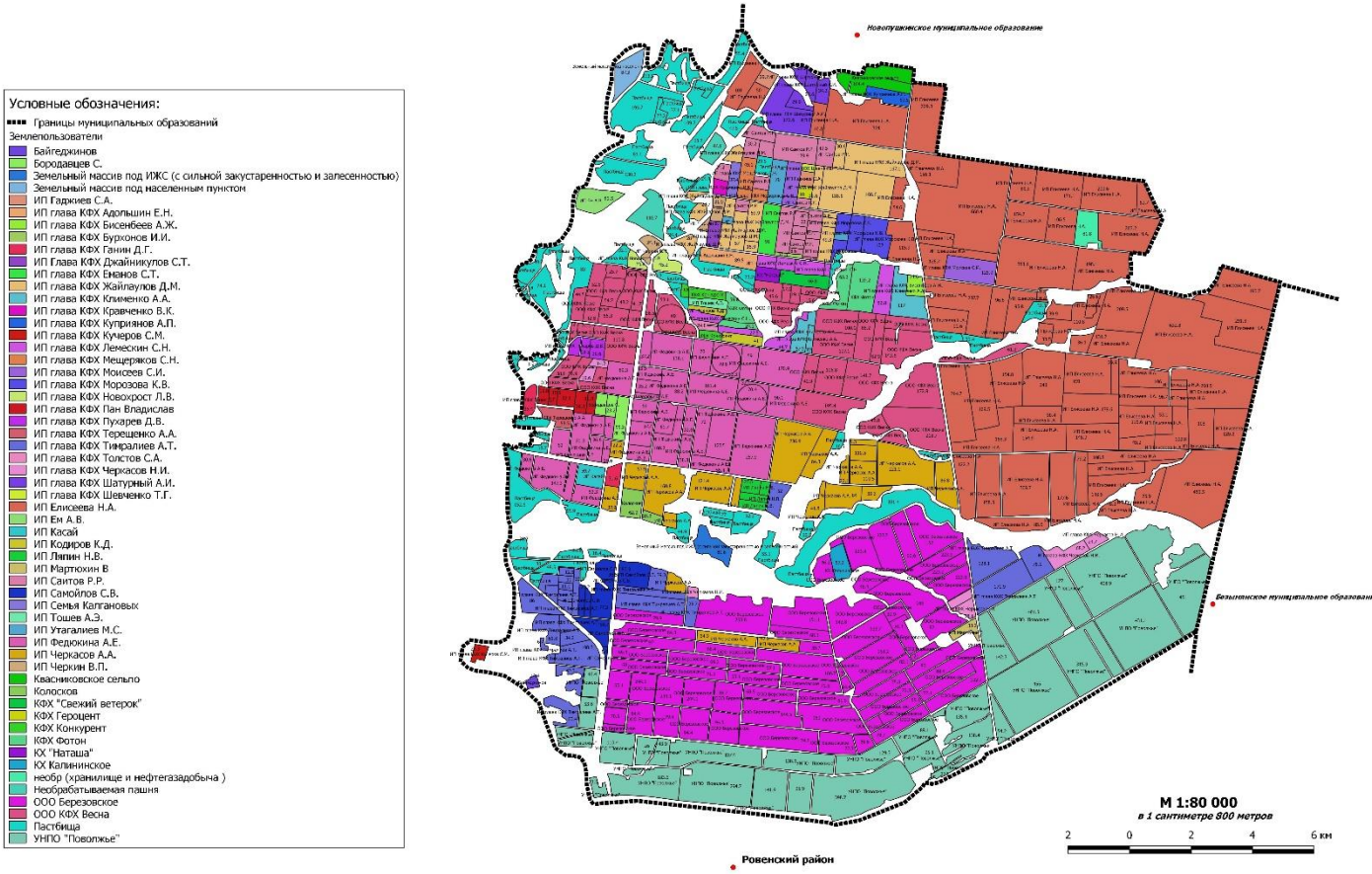
Разработанная методика мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с использованием геоинформационных и беспилотных технологий позволит проводить в крупных хозяйствах землеустройство на агроландшафтной основе с помощью актуальных карт, содержащих трехмерную геопространственную привязку, отражающих комплекс природных и хозяйственных условий. Учёт этого сочетания при проектировании однородных рабочих участков предлагается осуществлять на основе агроландшафтного микрозонирования территории путем наложения информационных слоев на единую картографическую основу с использованием современных компьютерных геоинформационных систем MapInfo и ArcGis.

Внедрения данной методики направлено на повышение эффективности использования земельных ресурсов за счет создания нового эффективного инструмента управления агробиологическим и технологическим потенциалом отрасли растениеводства, увеличения объемов выращивания сельскохозяйственной продукции, улучшения производственно-экономической деятельности хозяйств.

Технология управления предполагает регулярный мониторинг посевных площадей и компьютерный анализ полученных сведений.

Фрагменты работы беспилотной техники на территории УНПО Поволжье ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2019 г.

Актуализированная цифровая карта полей Терновского муниципального образования Энгельсского муниципального района Саратовской области



РАЗРАБОТКА МНОГОУРОВНЕВОЙ ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Авторы:

Тарбаев В.А., Нейфельд В.В.,

DEVELOPMENT OF A MULTI-LEVEL DIGITAL INTELLECTUAL AGRICULTURE AND LAND USE SYSTEM

Authors:
Tarbaev V.A., Neufeld V.V.,

Указом Президента Российской Федерации В.В. Путиным «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» № 204 от 07.05.2018 г. обозначены 12 глобальных национальных проектов социально-экономического развития государства.

Экономический блок Указа направлен на развитие цифровой экономики, использования преимущественно отечественного программного обеспечения органами власти и местного самоуправления.

Правительству Российской Федерации совместно с органами государственной власти субъектов Российской Федерации при реализации национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" необходимо обеспечить в 2024 году достижение следующих целевых показателей:

- увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников не менее чем в три раза по сравнению с 2017 годом;
- создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств;
- использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями.

На основе использования современных цифровых технологий в Саратовской области проведены научные исследования по разработке организационно-экономического механизма управления АПК.

В результате проведенных исследований:

- создана экспертная база данных агропромышленного комплекса для 38 муниципальных районов Саратовской области;
- проведен мониторинг структуры посевных площадей земель в разрезе муниципальных районов и природно-экономических микрозон;
- предложены два варианта реализации механизма государственно-частного партнерства с целью организации эффективного использования земель

сельскохозяйственного назначения;

- по различным критериям установлена эффективность использования пахотных земель в разрезе муниципальных районов;
- разработан механизм мониторинга и анализа агроресурсного потенциала земель сельскохозяйственного назначения Саратовской области на основе использования цифровых технологий;
- проведен анализ и сравнительная оценка эффективности использования несвязанной государственной поддержки сельскохозяйственными товаропроизводителями;
- предложен механизм по совершенствованию распределения средств государственной поддержки в Саратовской области.

По оценке Министерства сельского хозяйства РФ, использование цифровых технологий значительно позволят повысить рентабельность сельхозпроизводства за счет точечной оптимизации затрат и более эффективного распределения средств.

Цель

Разработка многоуровневой цифровой интеллектуальной системы принятия решения для распределения временных и материальных ресурсов управления в области земледелия и землепользования, способствующая увеличению урожайности и качества получаемой продукции растениеводства, повышению плодородия почв, улучшению фитосанитарной обстановки и научно обоснованному использованию земель сельскохозяйственного назначения.

Целесообразность проведения исследований

Интеграция России в мировое сельскохозяйственное производство и обеспечение ее продовольственной безопасности требуют устойчивого развития аграрного сектора страны, его высокой адаптивности к изменяющимся условиям, восприимчивости к инновациям. Развитие сельского хозяйства должно идти по пути обеспечения высокой эффективности и рентабельности производства. В этих условиях стратегическими целями совершенствования агропромышленного комплекса являются продолжение модернизации и переход к инновационной модели развития, его цифровизация.

Мировая практика показывает, что для цифровой трансформации более применима модель открытых инноваций. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» необходимо преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, в том числе и сельское хозяйство.

В частности, внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сферах государственного управления и оказания государственных услуг, в том числе в интересах сельхозтоваропроизводителей.

Современное земледелие – это система, которая включает в себя множество компонентов, находящихся в тесной взаимосвязи друг с другом и окружающей средой. Так как окружающая среда постоянно меняется и ее поведение очень сложно спрогнозировать, земледелие относят к сложным системам. От принятия того или иного решения в области земледелия зависит объем получаемого урожая и динамика плодородия почвы. В среднем за год в земледелии принимается до 30-ти решений по размещению культур, срокам сева и обработки почвы, применения средств защиты

растений и т.д. Каждое из этих решений вносит определенный вклад в формирование урожайности и качество получаемой продукции. Цена неверно принятого или не оптимального решения это как минимум отсутствие прироста урожайности, в самом негативном сценарии – гибель всего урожая. Принятие решения порой основывается на не полной информации и ограничивается, в большинстве случаев, личным опытом лица принимающего решения, отсюда вероятность принятия не оптимального решения высока. Для принятия оптимального решения необходимо учитывать широкий спектр факторов окружающей среды и технологических факторов, которые имеют между собой тесную взаимосвязь. Помимо этого, решение должно принимается в достаточно короткие сроки, т.к. сельское хозяйство носит сезонный характер производства и все технологические операции имеют агрономически оптимальные сроки. Таким образом даже задержка при принятии решения уже может служить фактором, снижающим урожайность и качество прилучаемой продукции.

Ключевые решения в этих областях имеют решающее значение не только на уровне конкретного поля, но и на уровне хозяйства и региона в целом. Решение вопросов земледелия и землепользования на уровне хозяйства и региона является еще более критичными, т.к. определяют вектор развития этих объектов и цена ошибки здесь еще выше. Не оптимальное и не своевременное решение на уровне региона может привести к появлению чрезвычайной ситуации и большим экономическим потерям.

Для управления такими системами, как земледелие и землепользование на разных уровнях, необходимо использовать методологию системного анализа и принятия решений, реализуя ее с помощью современных информационных технологий.

Обоснование актуальности

Сельское хозяйство является основой агропромышленного комплекса страны, играет важнейшую роль в снабжении населения продуктами питания, создания рабочих мест в агропромышленном комплексе и обеспечивает продовольственную безопасность.

Для все большего числа отраслей российского АПК возможности дальнейшего развития определяются не столько ходом процессов наращивания их продовольственного потенциала, сколько приближением к естественным пределам емкости традиционных рынков сбыта.

Разработка многоуровневой цифровой интеллектуальной системы земледелия и землепользования может стать фактором трансформации аграрного сектора, представив необходимые инструменты для перехода от традиционных методов к интеллектуальному управлению производственными процессами в сельском хозяйстве, в том числе к точному земледелию. Это позволит сельхозтоваропроизводителям увеличить урожайность, сократить расходы на производство продуктов питания путем более эффективного использования удобрений, воды, повысить качество продуктов с помощью мониторинга в реальном времени.

Разработка программного продукта формирующего решение задач из области земледелия и землепользования основываясь на анализе большого количества внешних параметров и моделей влияния этих параметров на заданные объекты для распределения материальных и временных ресурсов на различных уровнях управления является актуальной задачей.

Новизна и научно-технический уровень

Научная новизна заключается в том, что впервые создается интеллектуальная

цифровая система поддержки принятия решения для распределения временных и материальных ресурсов на различных уровнях управления с использованием анализа большого количества данных и математических моделей. Создаваемая система основывается на интеграции и совместном использовании таких элементов как база знаний, включающая справочные данные, нормативную информацию, инструкции, базовые технологии, пространственно распределенную информацию о характеристике территорий, метеорологические данные текущего периода и многолетние нормы и т.д. ,а так же набора математических моделей протекающих процессов и выполнения операций.

Разработка многоуровневой цифровой интеллектуальной системы земледелия и землепользования «Агросигнал-Решение» - переход от управления, основанного на знаниях и опыте, к управлению, основанному на данных к цифровой форме и алгоритмах их анализа.

Идеальный конечный вариант – все или подавляющее большинство решений и управляющих воздействий принимаются только на основе цифровых данных.

Задачи и возможные пути их решения

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определение перечня областей земледелия и землепользования входящих в компетенцию цифровой интеллектуальной системы поддержки принятия решений «Агросигнал-Решение». Для решения этой задачи необходимо воспользоваться мнением экспертного сообщества, путем проведения опроса. В качестве экспертов необходимо привлекать специалистов региональных министерств сельского хозяйства, начальников районных сельскохозяйственных управлений, руководителей сельскохозяйственных предприятий, главных агрономов.

2. Разработка математических моделей процессов входящих в область компетенции системы «Агросигнал-Решение». Математические модели разрабатываются аналитическим, экспериментальным и экспериментально-аналитический методом составления математического описания.

3. Отбор элементов базы знания, исходя из областей компетенций системы, путем учета факторов влияющих на результат принятия решения основанного на разработанных математических моделях, с последующим наполнением базы используя открытые источники, специализированные базы данных и геоинформационные системы.

4. Создание блока готовых решений на основе разработанных моделей с учетом рисков и неопределенностей при выборе решения.

5. Создание программного продукта клиент – серверной конфигурации.

6. Развитие риск-ориентированного подхода для контрольно-надзорной деятельности (уточнение карты неиспользуемых земель, муниципальный земельный контроль, контроль ввода в оборот, оценка возможной деградации почв);

Результаты:

- получение, хранение, обработка, анализ объективных, актуальных и достоверных сведений о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий;

- учет земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные и несельскохозяйственные угодья, учёт мелиорируемых земель, мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений;

- систематическое наблюдение за состоянием и использованием земель сельскохозяйственного назначения, в том числе сельскохозяйственных угодий, параметрами плодородия почв, развитием и распространением процессов их деградации, изменением состояния растительного покрова на сельскохозяйственных угодьях (пашня, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения, залежь);

- визуализация результатов государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и мониторинга земель, используемых или предназначенных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, мониторинга плодородия почв в виде тематических карт различного содержания;

- обеспечение авторизованных пользователей и заинтересованных лиц сведениями о сельскохозяйственных землях и аналитической информацией, создаваемой в ЕФИС ЗСН.

– внедрение технологии мониторинга посевов с использованием созданной электронной карты и беспилотного летательного аппарата с целью выявления очагов развития болезней и вредителей на ранних стадиях появления;

– повышение мобильности и скорости реакции оператора системы на основе современного программного обеспечения;

– технологии «умного» сельского хозяйства, когда все данные направляются одному источнику для автоматизированного приятия решений по комплексу технологических операций;

– представление товаропроизводителям актуальной информации о состоянии и прогнозе развития рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

Список литературы

1. Воротников И.Л., Нейфельд В.В. Эффективность применения цифровых технологий в управлении земельными ресурсами муниципальных образований Саратовской области/ Аграрный научный журнал. 2018, № 6