

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА МАСЛОСЕМЕНА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Миннуллин Г.С.**

Реферат. Подсолнечник в Республике Татарстан возделывается на площади 100 и более тысяч гектаров и имеет тенденцию роста в качестве высокомаржинальной культуры. Поэтому внедрение ресурсосберегающей технологии возделывания подсолнечника, обеспечивающая получение 25-30 ц/га высококачественного, экологически безопасного масличного сырья на основе планирования и оперативного управления посевами с учетом результатов геоинформационных систем внутриполевой вариабельности среды обитания растений является актуальной проблемой современного агропромышленного комплекса как Республики Татарстан, так и Российской Федерации в целом. Кроме того, дифференцированное применение минеральных удобрений, обработка почвы на оптимальную глубину, точный посев с соблюдением параметров между рядами и расстояние между семенами в рядах, заделка семян на одну и ту же глубину, оптимизация ухода за растениями, прогнозирование и уборка урожая без потерь становится весьма реальным при условии широкого использования ГИС-технологий в сельском хозяйстве. В связи с этим в данной статье рассматриваются перспективные направления применения ГИС-технологий в производстве подсолнечного масличного сырья.

Ключевые слова: ГИС-технологии, пестрота земельного участка, параллельное вождение, удобрения, СХМ, урожайность, качества продукции, плодородие почвы, среда обитания.

Цель и задачи исследований – разработать высокоточную технологию возделывания подсолнечника, которая состоит из глобального позиционирования (GPS), дистанционного зондирования (ДЗЗ) и энерговооруженности сельхозформирований современными широкозахватными агрегатами, оснащенных бортовыми навигационными системами, электронными, фотоэлектрическими, электромагнитными, электромеханическими, сенсорными датчиками и приборами контроля качества выполняемых работ. Все это доступно для многих хозяйств нашего аграрного региона.

Так, в космическом пространстве имеется достаточное количество спутников Земли, координаты которых определены с высокой точностью и они связаны с GPS приемниками, установленными на сельскохозяйственных машинах выполняющих те или иные операции.

С другой стороны, внедрение геоинформационных технологий позволяет контролировать состояние использования земель сельскохозяйственного назначения и на основе этих данных разработать мероприятия по оптимизации использования расходных материалов (минимизация затрат) на основе параллельного вождения сельскохозяйственных машин и транспортных средств, оснащенных навигационными устройствами, что очень актуально в условиях жесткой конкуренции на рынке производства продуктов питания.

Анализ и обсуждение вопросов оптимизации минерального питания подсолнечника. Подсолнечник на формирование 1 ц маслосемян выносит из почвы 5 кг азота, 2,6 кг подвижного фосфора и 8,5 кг обменного калия, что в 2,0-2,5 раза больше по сравнению с яровыми зерновыми культурами [1,2]. В связи с этим в структуре затрат доля минеральных

удобрений у этой культуры доходит до 35-40 процентов [3]. Цена реализации различных азотно-фосфорно- и калийных удобрений из года в год повышается и в настоящее время чтобы купить 1 мешок нитроаммофоски, с учетом затрат на транспортировку и внесение, надо продать 3 мешка зерна яровой пшеницы. Поэтому дифференцированное внесение минеральных удобрений на основе ГИС-технологий приобретает глобальное значение для объекта наших исследований, поскольку пестрота плодородия наших полей была и остается главной проблемой агропромышленного комплекса Российской Федерации [4]. В связи с этим на отдельных мелких участках с высоким плодородием корзинки подсолнечника остаются зелеными, тогда как на бедных почвах семянки уже осыпаются. Данное явление многократно усиливается, несмотря на равномерное их распределение в пространстве. Причиной этого становится то, что растения питаются не только азотом, фосфором и калием, вносимыми с удобрениями, но и теми, которые накопились в почве в прошлые годы.

Данная проблема может быть успешно решена двумя способами:

- массовый отбор почвенных проб и агрохимический анализ в аналитических лабораториях, что связано с большими трудовыми и финансовыми затратами;

- использование современных электронных приборов с учетом координат движения уборочной техники.

В целях точечного внесения минеральных удобрений при уборке предшественника подсолнечника необходимо по координатам определить картограмму его урожайности. Однако с картограммы урожайности мы получаем только информацию о необходимости применения тех или иных доз азотных, фосфорных и

калийных удобрений [5].

Поэтому следующим этапом точечного внесения минеральных удобрений является фотографирование полей на специальную пленку спутниками земли в инфракрасных лучах. Затем при помощи системы GPS определяется координаты движения разбрасывателей минеральных удобрений, которые оборудованы электронным прибором Calibrator 2002. Вышеизложенный комплекс позволяет распределять минеральные удобрения с учетом плодородия конкретного земельного участка.

По этой причине все мировые лидеры по производству сельскохозяйственных машин (CLAAS, John Deere, Case и др.) комплектуют свою технику навигационной системой GPS. В России «пионером» в этом направлении стала компания «Евротехника». Однако, неоспоримым лидером в данном направлении на сегодняшний день является компания Trimble с семейством навигационных приборов серии AgGPS, которые широко применяются в земледелии Европы, США, Канады, а теперь и в России (рисунок 1).

Навигационная система обработки почвы. Подсолнечник формирует мощную глубокопроникающую корневую систему, которая обеспечивает его дополнительными элементами питания и влагой из таких глубоких слоев почвы, которые совершенно недоступны хлебным злакам. Поэтому судьба будущего урожая зависит от качественной основной и предпосевной обработки почвы. Дискование, глубокое рыхление, закрытие влаги, предпосевная культивация, дождевое боронование и боронование по всходам без параллельного вождения проводятся с перекрытием проходов на 0,2-0,3 м. При ширине захвата СХМ 8-10 м излишне обрабатывается 250-300 м² на каждом гектаре пашни. Бесплезные прямые затраты на выполнение 6-ти агроприемов превышают 250 руб./га, что полностью исключается при использовании спутниковых навигационных систем [7,8]. Более того, возникает возможность регулирования глубины обработки в зависимости от плотности сложения почвы конкретного земельного участка, что позволяет снизить затраты на 20 и более процентов.



Рисунок 1 – Применение GPS для автопилотирования трактора

Современные сеялки точного высева.

Цена реализации гектарной нормы высева (5-6 кг) импортных семян гибридного подсолнечника составляет 2,8-3,0 тыс. руб., а гибридов российской селекции – от 2,0 до 2,5 тыс. рублей. Такие затраты окупаются только тогда, когда соблюдаются условия строгого нормирования норм высева и размещения семян в почвенном пространстве, так как изреженные посевы зарастают сорняками, а загущенные – формируют мелкие корзинки с щуплыми семенами с низким содержанием сырого жира.

С другой стороны, всходы мелкозаделованных семян появляются на 2-3 дня раньше по сравнению с глубокоразмещенными. В этом случае, против вредителей всходов подсолнечника приходится поле обрабатывать инсектицидами 2 раза, что является причиной неоправданной химической нагрузки на окружающую среду.

Вышеотмеченная архиважная проблема решается путем комплексного использования ГИС-технологий по определению плотности сложения почвы конкретного участка поля и сеялок точного высева, оборудованные микропроцессорами, и она впервые была решена в Германии при разработке конструкции сеялки Саксония (Saxonia). В этих сеялках микропроцессор с подключенными датчиками регулирует технологические параметры посева, включая глубину заделки семян, показывает рабочую скорость агрегата, объем выполненной работы и удельный расход топлива. В связи с этим сеялка Саксония нашла широкое применение как в Российской Федерации, так и в Татарстане.

Использование навигационной системы параллельного вождения по уходу за посевами подсолнечника.

Подсолнечник отличается от других сельскохозяйственных культур крайне медленным темпом роста и развития в начальном этапе органогенеза. Его всходы появляются на 10-12 день после посева, против 5-6 дней у ячменя. До появления 2-х пар настоящих листьев проходит еще 6-8 дней и переход на автотрофное питание значительно замедляется. Поэтому на посевах подсолнечника в массовом порядке появляются такие сорняки, как Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis), 2 вида бодяка (Бодяк щетинистый (Cirsium setosum) и Бодяк полевой (Cirsium arvense)), Пырей обыкновенный (Elytrigia repens), Пикульник обыкновенный (Galeopsis tetrahit), 2 вида осота (Осот полевой (желтый) (Sonchus arvensis) и Осот огородный (Sonchus oleraceus)), Пастушья сумка обыкновенная (Capsella bursa-pastoris) и Ярутка полевая (Thlaspi arvense).

Обработка посевов подсолнечника против этих сорняков без навигационной системы с перекрытием, или же, наоборот, с оставлением защитных зон между проходами наносит самый большой вред окружающей среде (рисунок 2).

В первом случае химическая прополка сорняков с двойной дозой в местах перекрытия сжигает растения, а защитные зоны превраща-

ются в рассадники вредителей и болезней. В обоих случаях недобор урожая подсолнечника по скромным подсчетам находится на уровне 8-10 процентов.

Ученые на посевах подсолнечника подсчитали более 44-х видов грибковых болезней. Среди них наиболее опасными в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан являются ложная мучнистая роса (возбудитель болезни гриб *Plastopora halstedii*, Beri.), белая гниль (возбудитель – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*, Lib.), серая гниль (возбудитель – гриб *Botrytis cinerea*, Pers.), пепельная гниль (возбудитель – гриб *Sclerotium batati-cola*, Toub.), сухая гниль корзинок (возбудитель – грибы *Rhizopus nodosus*, Namsl и *Rhizopus nigricans*, Ehr.).

Инфекционное начало всех гнилей подсолнечника сохраняется в почве и растительных остатках. В связи с этим возникает вопрос: откуда они появляются, если на этом поле подсолнечник никогда не возделывался?

Несомненно, споры грибков могут быть перенесены ветром даже за несколько километров, но не с Кубани и с Украины, то есть такой путь заражения наших полей исключается. Споры также разносятся с почвой во время пылевых бурь, но их у нас нет. Поэтому единственный источник появления болезней подсолнечника – семенной материал, который несет скрытую (латентную) инфекцию. Зараженное семя дает убежище грибку и переносит болезнь не только на соседнее поле, но и за 1000 км.

Во-вторых, подсолнечник является единственным растением, заражение которого происходит через корни. Другие растения, подверженные склеротиниозу, заражаются в основном через споры, попадающие на надземную часть растения. В связи с этим популяция в 0,1 склеротии на 1000 кубических сантиметров почвы может вызвать склеротиниозное увядание 60-70% растений за счет контакта корневых систем между собой. Именно поэтому, ни в коем случае нельзя размещать подсолнечник на полях, где возделывались восприимчивые к этой болезни культуры (горох, клевер, люцерна и овощные культуры).

Современные технологии производства семенного материала в сочетании со строгим

контролем почти полностью исключают возможность внесения гнилей корзинок через зараженные семена на «чистое» поле или же в «чистые» регионы. Поэтому необходимо использовать только неинфицированный семенной материал.

С другой стороны, различные гибриды и сорта подсолнечника обладают различными уровнями генетической устойчивости к корзиночным гнилям. Однако 100% устойчивости нет ни у одного гибрида или сорта. Тем не менее, сорта и гибриды с углом наклона корзинок 90° меньше склонны к корзиночным гнилям, так как дождевая вода и роса не могут собираться на тыльной стороне корзинок.

Наряду с соблюдением рекомендуемых севооборотов с 4-5 летним циклом возвращения подсолнечника на прежнее место и приобретением «чистого» посевного материала необходимо избежать размещения этой культуры на полях с плохой водопроницаемостью или с большими низинами.

Несмотря на все предпринимаемые меры предосторожности, избежать поражения растений серыми и белыми гнилями корзинок через 2-3 года его возделывания практически невозможно. Поэтому в целях предупреждения развития этих болезней в фазе начала цветения посевы подсолнечника в нашей республике обрабатываются фунгицидом «Ронилан», хотя в последние годы стали также применять и «Колфуго супер» (1,5-2,0 л/га). Однако на наш взгляд, ронилан является наиболее эффективным и безопасным для пчел контактным фунгицидом фирмы БАСФ (ФРГ), который хорошо переносится растениями. Препарат не влияет отрицательно на зачатки бутонов, образование цветков и семян. Он охватывает различные фазы развития грибков, так как имеет определенное глубинное и продолжительное действие. Ронилан применяется в начале и в фазе полного цветения подсолнечника в дозах 1,0-1,5 л/га. Во влажные годы (как правило, годы сильного распространения гнилей корзинок) опрыскивание посевов проводится дважды – через 10-15 дней после первой обработки.

В зависимости от поражения и общего уровня урожая в наших исследованиях ронилан обеспечил получение дополнительной продукции от 2,6 до 3,8 ц/га.

Высокая эффективность использования геоинформационных систем при опрыскивании посевов рониланом против корзиночных гнилей подтверждается расчетами их биологической эффективности, которая определяется по формуле Аббота:

$$C = P_k - P_o / P_k * 100, \text{ где}$$

C – биологическая эффективность препарата, %;

P_k – показатель развития болезни на контроле, %;

P_o – показатель развития болезни на обработанном участке, %.

Результаты исследований показывают, что биологическая эффективность обработки посевов подсолнечника рониланом без оставле-

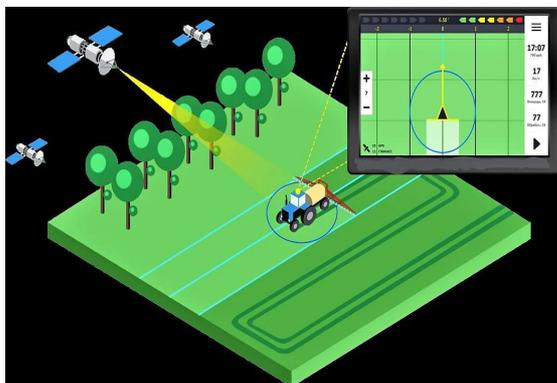


Рисунок 3 – Применение навигационных систем при химической прополке посевов подсолнечника

ния огрехов или же исключение перекрытия за счет использования системы параллельного вождения опрыскивателя «Ураган» повышается до 71% против 49-50% на контроле (без применения ГИС-технологий).

Показатели высокой биологической эффективности Ронилана значительно увеличиваются при добавлении в рабочий раствор таких альтернативных источников питания подсолнечника, как подсолнечника Биостим Масличный 3 л/га, Изагри НРК 4 л/га, Агрис Азотовит 2 л/га или же высокоэффективными биопрепаратами Альбит 200 мг/га, Органик 400 мг/га.

Геоинформационные системы в уборке урожая подсолнечника и сдачи продукции. Заработная плата комбайнеров зависит от урожайности пробного обмолота. Для этого составляется комиссия, которая оценивает фактическую урожайность каждого участка подсолнечника, затрачивая свое время и время комбайнеров. Между тем, есть возможность оснащения комбайнов не только приборами автоматического учета урожая, но и определения его влажности и сорной примеси.

Самое главное, при помощи навигационных систем можно контролировать все маршруты движения автомашин по перевозке масличного сырья комбайн – зерноток – хлебоприемные пункты, вести строгий учет расхода ГСМ на выполнение тех или иных работ и исключить хищение такой привлекательной культуры, как подсолнечник [9, 10].

Следует особо отметить доступность освоения навигационной системы механизаторами: первый проход механизатор выполняет вручную. Затем на дисплее указывает ширину захвата своего агрегата, задает начальную и ко-

нечную точки движения. После этого система автоматически размечает плоскость поля в курсоуказателе линиями, параллельными заданной и с шириной равной ширине захвата агрегата. Далее механизатору достаточно двигаться по этим траекториям.

Точность, которую обеспечивают новейшие системы параллельного вождения, составляет не более 2-х см.

Выводы. Навигационные приемники последнего поколения полностью исключают пропуски и перекрытия при смежных проходах агрегатов, что, в конечном счете, приводит к экономии посевного материала, удобрений, химикатов и ГСМ. Поскольку система устраняет потребность в подсобных работниках (сеяльщики и сигнальщики), сокращаются расходы на дополнительный персонал. Сельскохозяйственные операции выполняются быстрее. Немаловажно, что система обеспечивает возможность работать в условиях плохой видимости, в том числе в темное время суток. За счет точной навигации не «размывается» первоначальная технологическая колея: система запоминает траекторию движения, и механизатор имеет возможность точно попасть в ту же колею при повторной обработке поля. Все расходы окупаются в течение года.

Более того, перспективные направления автоматизации и компьютеризации сельского хозяйства с использованием геоинформационных систем финансируются из бюджета ЕС, активными участниками которого являются США, Канада, Германия, Англия. В последние годы к этой работе присоединились Венгрия, Чехия, Словакия, Эстония и др. Поэтому, и России желательно стать участником этого весьма востребованного временем процесса.

Литература

1. Сафиоллин Ф.Н. Масличные культуры / Ф.Н. Сафиоллин, Р.К. Вахитов. – Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 2000. – 272 с.
2. Сулейманов С.Р. Хозяйственный вынос, коэффициенты использования элементов питания подсолнечником в зависимости от применения биопрепаратов / С.Р. Сулейманов, Р.М. Низамов // Вестник Казанского ГАУ. – 2015. – № 2(36). – С. 151-155.
3. Миннуллин Г.С. Макро- и микроэлементное питание масличных культур / Г.С. Миннуллин. – Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. – 378 с.
4. Коледа К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К.В. Коледа А.А. Дудук. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
5. Труфляк Е.В. Картирование урожайности / Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 13 с.
6. Корчагин В.А. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области / В.А.Корчагин, С.Н.Шевченко, С.Н.Зудилин, О.И. Горянин. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014.– 192с.
7. Официальный сайт ArcGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esri.com>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Сайт ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataplus.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Польшакова Н.В. Использование геоинформационных технологий в мониторинге сельскохозяйственных земель / Н.В. Польшакова, Е.И. Котова, К.С. Черникова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 12. – С. 330-332.
10. Красовская О. ГИС в системе территориального планирования и управления территориями / О. Красовская, С. Скатерщиков, С. Тясто, Д. Хмелефа // ArcReview. – 2013. – № 3 (38).

Сведения об авторах:

Низамов Рустам Мингазизович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: nizamovr@mail.ru
 Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: dusai@mail.ru
 Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: faik1948@mail.ru
 Миннуллин Геннадий Самигуллинович – доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: spk932009@yandex.ru
 ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

PERSPECTIVES OF THE GEOINFORMATION SYSTEMS USAGE IN THE SUNFLOWER CULTIVATION TECHNOLOGY FOR OILSEEDS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Nizamov R.M., Suleymanov S.R., Safiollin F.N., Minnullin G.S.

Abstract. In the Republic of Tatarstan sunflower is cultivated on an area of 100 or more thousands of hectares and tends to grow as a high-margin crop. Therefore, the introduction of resource-saving sunflower cultivation technology, which provides 25-30 centners per hectare of high-quality, environmentally safe oilseeds based on planning and operational management of crops, taking into account the results of geoinformation systems of intrafield variability of plant habitat, is an actual problem of the modern agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan and the Russian Federation as a whole. In addition, the differentiated application of mineral fertilizers, soil cultivation to the optimum depth, precise sowing with respect to the parameters between the rows and the distance between the seeds in the rows, sealing the seeds to the same depth, optimizing plant care, predicting and harvesting losses without loss real under conditions of wide use of GIS-technologies in agriculture. In this regard, this article looks at promising areas of application of GIS technologies in the production of sunflower oilseeds.

Key words: GIS technologies, diversity of land, parallel driving, fertilizers, SKhM, productivity, product quality, soil fertility, habitat.

References

1. Safiollin F.N. *Maslichnye kultury*. [Oilseeds]. / F.N. Safiollin, R.K. Vakhitov. – Kazan: Izd-vo “Matbugat yorty”, 2000. – P. 272.
2. Suleymanov S.R. The economic takeaway, the coefficients of sunflower nutrient use, depending on the use of biologies. [Khozyaystvennyy vynos, koeffitsiyenty ispolzovaniya elementov pitaniya podsolnechnikom v zavisimosti ot primeneniya biopreparatov]. / S.R. Suleymanov, R.M. Nizamov // *Vestnik Kazanskogo GAU. – The herald of Kazan SAU.* – 2015. – №2 (36). – P. 151-155.
3. Minnullin G.S. *Makro- i mikroelementnoe pitaniye maslichnykh kultur*. [Macro- and microelement nutrition of oil-bearing crops]. / G.S. Minnullin. – Kazan: Izd-vo Kazanskogo gos. un-ta, 2008. – P. 378.
4. Koleda K.V. *Sovremennye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur: rekomendatsii*. [Modern technologies of agricultural crops cultivation: recommendations]. / K.V. Koleda A.A. Duduk. – Grodno: GGAU, 2010. – P. 340.
5. Truflyak E.V. *Kartirovaniye urozhaynosti*. [Mapping of yield]. / E. V. Truflyak. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – P. 13.
6. Korchagin V.A. *Innovatsionnye tekhnologii vozdeleyvaniya polevykh kultur v APK Samarskoy oblasti*. [Innovative technologies of field crops cultivation in agrarian and industrial complex of Samara region]. / V.A. Korchagin, S.N. Shevchenko, S.N. Zudin, O.I. Goryanin. – Kinel: RITs SGSKhA, 2014. – P. 192.
7. *Ofitsialnyy sayt ArcGIS*. (Official site of ArcGIS). – Available at: <http://www.esri.com>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana.
8. *Sayt GIS*. (GIS site). – Available at: <http://dataplus.ru>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana.
9. Polshakova N.V. *The use of geoinformation technologies in monitoring of agricultural land. // Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. [Isolzovanie geoinformatsionnykh tekhnologiy v monitoringe sel'skokhozyaystvennykh zemel. / N.V. Polshakova, E.I. Kotova, K.S. Chernikova // Actual problems of the humanities and natural sciences]. – 2014. – №12. – P. 330-332.
10. Krasovskaya O. GIS in the system of territorial planning and territorial management. [GIS v sisteme territorialnogo planirovaniya i upravleniya territoriy]. / O. Krasovskaya, S. Skaterschikov, S. Tyasto, D. Khmelefa // *ArcReview*. – 2013. – №3 (38).

Authors:

Nizamov Rustam Mingazovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: nizamovr@mail.ru
 Suleymanov Salavat Razyapovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: dusai@mail.ru
 Safiollin Faik Nabievich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faik1948@mail.ru
 Minnullin Genadiy Samigullinovich - Doctor of Agricultural Sciences, e-mail: spk932009@yandex.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.