

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, ПЕРВИЧНАЯ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

DOI 10.54016/SVITOK.2023.96.49.006

УДК 631.3:004.422

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

© 2023. В. В. АЛТ^{1,2}, М. С. ЧЕКУСОВ³, С. П. ИСАКОВА¹

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук,
г. Краснообск, Российская Федерация

²Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

³Омский аграрный научный центр,
г. Омск, Российская Федерация

Обосновали основные подходы применения цифровых технологий сельхозтоваропроизводителями. Цель исследования – анализ тенденций цифровизации сельскохозяйственного производства как инструмента повышения эффективности производства при объективном сокращении структурных затрат на расширение производства, расширение притока молодёжи в сельскую местность. Сформулировали основные направления при применении цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве, которые при системном использовании способствуют и позволяют: увеличить производство зерновых в 2-3 раза (на примерах ЗАО «Соколово» Новосибирской области, рост производительности труда на уборке зерновых в ЗАО «Новомайское» Новосибирской области за 30 лет вырос в 20 раз и в ИП «Стерликов» Забайкальского края в засушливые годы получили 25-30 ц/га пшеницы). В результате проведенных исследований установили, что эффективность сельскохозяйственного производства зависит не столько от энергообеспеченности и фондовооруженности производства, а от непрерывного оптимального использования цифровых возможностей объективного мониторинга всего многообразия взаимосвязанных производственных процессов сельскохозяйственного производства. Мультипликативный характер их взаимосвязи является методической общностью анализа их протекания и взаимовлияния. Применили системный анализ к составляющим сельскохозяйственного производства как к информационным средам при их описании в информационном пространстве. Показали мультипликативный характер взаимосвязи ресурсов, доказав характер зависимости методом предельного перехода. Выявили общие требования к объемам информации для решения задач эффективности растениеводства на основе применения цифровых технологий, производства растениеводческой продукции и средствам обработки этой информации, которое составило более 2 петафлопсов. Предложили парадигму информационного обеспечения технологических процессов сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: цифровизация сельского хозяйства, парадигма, цифровая информация, многомерное пространство, разрешающая способность, объем информации, производительность труда.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ СФНЦА РАН по теме № FNUU-2021-0007.

Для цитирования: Альт В.В., Чекусов М.С., Исакова С.П. Цифровые технологии в растениеводстве. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2023; 2(3): (46-53). DOI: 10.54016/SVITOK.2023.96.49.006

Поступила: 07.02.2023 Принята к публикации: 27.04.2023 Опубликована: 29.06.2023

DIGITAL TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION

© 2023. V. V. Alt^{1,2}, M. S. Chekusov³, S. P. Isakova¹

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies
of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russian Federation

²Novosibirsk state technical University,
Novosibirsk, Russian Federation

³Omsk agricultural research center,
Omsk, Russian Federation

The main approaches to the use of digital technologies in the cultivation of crops by agricultural producers, taking into account natural-climatic, commodity-production and social factors, were substantiated. The purpose of the study is to analyze trends in the digitalization of agricultural production as a direction for increasing production efficiency while maintaining soil fertility, reducing social tension in rural areas, and expanding the influx of young people into rural areas. Formulated the main directions in the application of digital technologies in agricultural production. When used systematically, they contribute to and allow increasing grain production by 2-3 times on the example of CJSC «Sokolovo» in the Novosibirsk region. To ensure a 20-fold increase in labor productivity at grain harvesting in CJSC «Novomayskoye» of the Novosibirsk Region over 30 years. And in the sole proprietor «Sterlikov» of the Trans-Baikal Territory in dry years to get 25-30 c/ha of wheat. As a result of the conducted research, it was established that the resources of agricultural production are in an objective multiplicative relationship based on a systematic analysis of agricultural production facilities. We applied system analysis to the components of agricultural production as information media when describing them in the information space. They proposed to present production facilities as a resource characterized by a certain set of parameters and values. Showed the multiplicative nature of the relationship of resources, proving the nature of dependence by the method of marginal transition. The general requirements for the volume of information for solving the problems of agriculture, the production of crop products and the means of processing this information, which amounted to more than 2 petaflops, were revealed. A paradigm of information support of technological processes of agricultural production was proposed. We estimated the number of possible technological options for growing grain crops – 250 thousand, and this is without taking into account the choice of species and varieties.

Keywords: digitalization of agriculture, paradigm, digital information, multidimensional space, resolution, volume of information, labor productivity.

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (topic No. FNUU-2021-0007).

For citation: Alt V.V., Chekusov M.S., Isakova S.P. Digital technologies in crop production. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2023; 2(3): (46-53). DOI: 10.54016/SVITOK.2023.96.49.006

Received: 07.02.2023 Accepted for publication: 27.04.2023 Published online: 29.06.2023

«Экономическая проблема — это проблема наилучшего использования имеющихся у нас ресурсов. Наша задача — обеспечить наилучшее использование знаний, которым обладают реально существующие люди. ... Основное знание «рассеяно» среди людей, каждый из которых обладает частицей этого знания»

Фридрих фон Хайек, один из выдающихся экономистов и философов XX века, лауреат Нобелевской премии 1974 г.

«Стратегия без тактики — это самый медленный путь к победе. Тактика без стратегии — это просто суета перед поражением»

Сунь-Цзы, китайский стратег и мыслитель, живший в VI веке до н. э. Автор знаменитого трактата о военной стратегии.

Введение. Цифровые технологии в настоящее время становятся катализатором ускоренного совершенствования сельскохозяйственного производства на основе использования современных компьютерных систем и программных комплексов [8, 6]. Ученые и практики пока не пришли к единому мнению, как использовать программно-аппаратные средства, которые должны развиваться опережающими темпами и что следует считать главным. В чём выгода цифровых технологий и как эти выгоды соотнесутся с дополнительными затратами при производстве продукции растениеводства. Приведёт ли использование цифровых технологий к смене парадигмы информационного обеспечения сельскохозяйственного производства. Реализация этих процессов потребует привлечения специалистов, которых в сельскохозяйственном производстве сейчас просто нет. Следовательно, формирующая на селе потребность в «информационниках» открывает возможности притока молодёжи на село и включения их в производственный процесс.

Цель исследований — анализ тенденций цифровизации сельскохозяйственного производства как инструмента повышения эффективности производства при объективном сокращении структурных затрат на расширение производства, расширение притока молодёжи в сельскую местность.

Для сельскохозяйственного производства, объединяющего объекты живой и неживой природы в единый технологический процесс, присущи особенности, которые

диктуют использование объективной и субъективной информации, а также обработку её на основе современных возможностей систематики цифровой информации [5, 7, 8, 13, 14]:

- многомерность и многогранность факторов, характеризующих объекты и процессы сельскохозяйственного производства;
- агроклиматическую особенность и пространственную распределённость хозяйств (более 100 млн га);
- разнообразие социумов;
- многочисленность видов, сортов растений и видов, пород животных.

Методика исследований. Научные наработки и анализ передового производственного опыта — это та основа, на которой применение цифровых технологий в сельском хозяйстве обеспечивает: возможность увеличения эффективности производства при снижении антропогенной нагрузки на агробиоценоз, а также решение социальных задач. В процессе исследований был применен системный подход как к системе сельскохозяйственного производства в целом, так и к её составляющим. Эти особенности определяют необходимость применения современных цифровых технологий: *big-data*, облачных технологий, распределённых и платформенных систем [6]. Для сельскохозяйственного производства характерно сочетание процессов с периодичностью от нескольких микросекунд (в задаче обеспечения работоспособности тракторов, комбайнов и другой техники) до трех лет (в задаче обновления стада животных). Эти два

полярных примера по быстродействию, объемам информации, размерам информационных сообщений для принятия управленческих решений требуют выработки гибких подходов к формированию инструментально-программных средств на современном этапе развития как самого сельхозпроизводства, так и цифровых технологий.

Результаты и обсуждения. Аграрное производство объективно связано с многофункциональным характером взаимосвязей сельскохозяйственных объектов. Каждый из объектов сельскохозяйственного производства можно представить как ресурс, который в той или иной степени используется в каком-то отдельно взятом технологическом процессе. В обобщённом виде мы их можем систематизировать как окружающую среду, землю, растения, животных, машины и социум (сельский человек со средой его обитания). Среда обитания человека – это социально-бытовые условия, финансово-денежная система доходов и расходов, транспортная инфраструктура, логистика производства и т.д.) (рис. 1). Взаимосвязь этих ресурсов (объектов) определяется взаимосвязью одного из ресурсов с совокупностью других ресурсов сельхозпроизводства и выступает как определенная совокупность ресурсов (цена, количество, стоимость, цикличность воспроизводства, удельная величина, квалификация и т.д.) и может быть представлена как совокупность 8, а иногда и 12 разновидностей ресурсов, которые взаимодействуют в общей совокупности. При этом они могут быть представлены как 8- или 12-мерное пространство или даже пространство более высокой мерности. При этом субъект, принимающий управленческие решения, ощущает 4-мерное пространство (ширина, длина, высота и время). Человек, находясь в 5-мерном пространстве (в качестве пятой координаты можно представить первую производную любой из метрик четырехмерного пространства), чувствует определенный дискомфорт. Для него анализ протекания процессов в 8-, 12-мерном пространстве – задача непреодолимой сложности.

При решении таких ситуационных задач человек вынужден принимать частные решения, сужая мерность пространства, по-

лагая, что некоторые из ресурсов несущественны или безграничны. Именно это и наблюдается в сельскохозяйственном производстве. Человек не способен принимать полиоптимальные решения. Фридрих фон Хайек, один из выдающихся экономистов и философов XX века, лауреат Нобелевской премии 1974 г., доказал, что основное знание «рассеяно» среди людей, каждый из которых обладает его частицей. Хайек отвергал возможность наличия у каждого индивидуума полной информации – знание неизбежно частично. Стремление к росту продуктивности полей и ферм всегда сопряжено с необходимостью более глубокого знания и понимания процессов, определяющих функционирование всех компонентов в земледелии и животноводстве. Поля, сорта, породы, условия их роста и развития, переработка в продукты жизнеобеспечения человека и среды его существования и обитания сопряжены с количественным и качественным описанием всего многообразия мироздания [12].

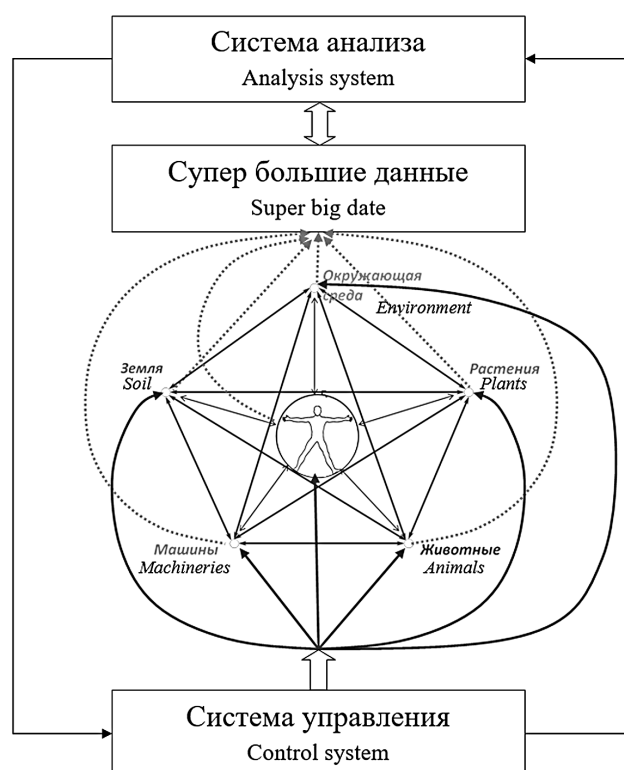


Рисунок 1. Схематическое изображение связей объектов в сельхозпроизводстве, отражающих их диалектическую общность

Используя метод предельного перехода, можно утверждать, что все шесть ресурсов сельскохозяйственного производства: земля, растения, животные, машины, окружающая среда и социум можно представить как шесть (а полнее – 12) разных ресурсов, которые находятся в мультикативной связи с диапазонами изменения от 0 до 1.

$$F(t) = K(t) [f_1(t) \cdot f_2(t) \cdot f_3(t) \cdot f_4(t) \cdot f_5(t) \cdot f_6(t)],$$

где: $F(t)$ – производство зерна по хозяйству в текущем году,

$K(t)$ – *max* годового производства зерна в хозяйстве за несколько лет.

Данное выражение позволяет не только описать процесс производства, но и предвидеть ситуации развития всего процесса в целом и в его ограничениях. Для примера несколько обсуждений:

- если $f_1(t)$ – функционал «ресурс – растение» – устремится к нулю (это означает отсутствие культурных зерновых растений), то выражение будет равно нулю независимо от величины всех остальных ресурсов;

- если $f_2(t)$ – функционал «ресурс – машины» – устремится к нулю (это означает отсутствие в производственном процессе машин), то выражение не будет равно нулю. Зерновое производство сохранится, но на уровне первобытнообщинного строя, а не шестого технологического уклада;

- если $f_3(t)$ – функционал «ресурс – земля» – устремится к нулю (это означает отсутствие пашни), то выражение равно нулю независимо от величины всех остальных ресурсов. Здесь возможны возражения в части гидропоники, закрытого грунта, искусственного грунта и т.д. – пока сомнительно, что в обозримой перспективе эти «заменители почвы» смогут стать основой товарного производства зерна.

Все $f_1(t)$ –: $f_6(t)$ нормируются на максимальные показатели по району.

Большинство авторов считают, что факторы, обеспечивающие рост производства зерна, это:

– сорта зерновых колосовых интенсивного типа;

– питание растений (восполнение его обеспечивается органическими и минеральными удобрениями);

– защита растений от болезней, вредите-

лей и сорняков;

– увеличение производительности сельскохозяйственных машин (путем их роста ширины захвата, мощности, автоматизации и т.п.), но как с использованием каких факторов и технологий добиться роста производства зерна в современных условиях? Однозначного ответа на этот вопрос нет. Как говорил великий учёный Тимирязев К.А.: «Неверно ни первое, ни второе, ни третье, а верно и первое и второе и третье в единстве и в системе». Единство и систему в использовании ресурсов сельскохозяйственного производства в настоящее время могут обеспечить цифровые информационные системы в структуре управления производством.

Своевременность смены парадигмы информационного обеспечения сельскохозяйственного производства диктует необходимость использования больших баз данных и их анализ для принятия управленческих решений [4, 15]. Мы предложили парадигму информационного обеспечения цифровизированного сельскохозяйственного производства. Парадигма как научная система взглядов на решение задач на современном этапе развития сельхозпроизводства охватывает весь комплекс информационного обеспечения – от приборов до систем искусственного интеллекта – и показывает гносеологическую общность всего разнообразия инструментария от прибора до экспертной системы и системы искусственного интеллекта, включая программное обеспечение.

Эффективность растениеводства, в частности зернового производства, во многом определяется выбором сортов и технологий их возделывания, а также уборки урожая, в соответствии с почвенно-климатическими и ландшафтными особенностями конкретного поля. Информация такого рода может быть получена путем дистанционного зондирования полей по показателям почвенного разнообразия, температуры, увлажнения, рельефа, технологий посева, ухода за посевами и уборки урожая – с разрешением до 0,01-0,003 м на пиксел. В качестве примера для определения возможно необходимых объемов информации рассмотрим Новосибирскую область и ее посевные площади – 1900 тыс. га. Решение задач цифрового управления на этой территории по всему спектру видов и сортов сельскохозяйствен-

ных культур, технологий выращивания и уборки урожая предполагает использование цифровой платформы с обрабатываемыми объемами около 2 петафлопсов.

В качестве примера совершенствования технологий приведем данные ООО «Соколово» Колыванского района Новосибирской области. В этом году урожайность на круг превысила 50 ц/га (на отдельных участках 70-80 ц/га) с площади 13 тыс. га, а по итогам за прошедшие 10 лет:

- сроки посевных работ сокращены с 26 дней до 15 (при этом не приобретает лишняя техника);
- сроки уборочной сокращены с 39 дней до 17 с нагрузкой на комбайн 1100 га;
- суточная выработка при обработке СЗР возросла более чем в 2 раза: с 1120 га до 2702 га;
- весеннее закрытие в хозяйстве идет 4 суток на 13 тыс. гектар [16].

Не менее убедительны данные по ЗАО «Новомайское» Краснозерского района Новосибирской области: производительность труда в зерновом производстве в 2,5 раза выше, чем по России и на 40% — чем в США. Секрет успеха ЗАО «Новомайское» складывается из совокупности всего разнообразия адаптивных технологий, сортов, машин, организационных форм в производстве и социума. В 1988 г. в хозяйстве было 67 зерновых комбайна, 9 тыс. га. зерновых, урожайность — 1,2 т/га, а в 2021 г. — 15 ед., 20 тыс. га и 2,4 т/га соответственно. За 30 лет производительность труда на уборке урожая зерновых выросла в 20 раз.

В рамках совершенствования сельскохозяйственного производства следует иметь в виду, что доля сельского населения России за период 1959-2020 гг. сократилась в 2 раза и достигла 26%. За 2001-2010 гг. количество работающих в сельскохозяйственных организациях механизаторов уменьшилось примерно в 5 раз [4]. Негативная тенденция в части обеспечения села специалистами сохраняется. Ради объективности нужно отметить, что крупные товаропроизводители и агрохолдинги острого дефицита в кадрах не испытывают благодаря интенсификации, высоким показателям производительности и оплаты труда. Анализ позитивных и негативных тенденций на селе в сфере изменений человеческого ресурса позволяет сделать вывод о хроническом дефиците специалистов

высокой квалификации среди рабочих, лиц с высшим и средним специальным образованием, стремящихся использовать цифровые технологии в производстве.

Однако задача нивелирования причин, сдерживающих рост производства зерна, состоит в формализации лимитирующих факторов и поиске путей их преодоления [3, 9-11].

Для примера возьмем Забайкальский край, где бывают годы, когда в метровом слое почвы влаги нет, и засыхают даже тополя. Но в августе, сентябре приходят дожди, приводящие к наводнениям. Можно эту влагу использовать? Да можно, и этот технологический прием известен — глубокое рыхление, обеспечивающее накопление влаги в метровом слое почвы и ее использование в следующем вегетационном периоде. Применение глубокого рыхления в ИП Стерликов В.В. Карымского района Забайкальского края позволило получить 3,0 т/га яровой пшеницы Новосибирская 29.

Мы уже обсудили объединяющую роль «социума» для всех пяти ресурсов. Но все ли так безоблачно при более детальном анализе этой роли. Нужно принимать во внимание, что человек как субъект бизнес-процессов всегда старается сохранить свои преимущества перед другими участниками бизнеса, а иначе он будет как все. В такой ситуации срабатывает принцип «А мне это надо?». Преодоление такого положения возможно через науку, образование и управление. Конечно, для этого нужны время и финансовые ресурсы. Да, возможно, в этом процессе не все исследования фундаментальные, но точно приоритетно-прикладные.

Число сочетаний при решении задач организации производства продукции растениеводства и осуществления сельскохозяйственного производства в конкретном хозяйстве при 3 технологиях обработки почвы (отвальная-классическая, безотвальная, по-tile), 3 уровнях интенсификации (экстенсивная, нормальная, интенсивная) и 6 посылах информационных цифровых технологий равно — 247 520 вариантам.

Выводы. В основу принципов применения цифровых технологий положены сформулированные шесть объектов — ресурсов сельскохозяйственного производства, позволяющих использовать их более чем в 24

тысячах различных комбинаций и применять их для всего многообразия хозяйств в зависимости от их возможностей и желаний. Решение задач по переходу сельского хозяйства к высокопродуктивному типу производ-

ства лежит на пути поэтапного разрешения выбора технологий путем ранжирования этой совокупности по значимости для каждого конкретного хозяйства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dos Santos U.J.L., Pessin G., da Costa C.A., da Rosa Righi R. AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2019. – No. 161. – P. 202-213.
2. Jones J.W., Antle J.M., Basso B., et al. Toward a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: State of agricultural systems science // *Agricultural Systems*. – 2017. – No. 155. – P. 269-288.
3. Alt V., Isakova S., Balushkina E. Digitalization: problems of its development in modern agricultural production // *8th Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020, Don State Technical University, Rostov on Don; 19 August 2020 – 30 August 2020*. – Vol. 210. – Pp. 10001.
4. Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. Методические положения по информационному сопровождению машинных агротехнологий производства зерна яровой пшеницы на уровне сельскохозяйственного предприятия. – Новосибирск, 2017. – 56 с.
5. Бегенина Л.Ю. Тенденции развития облачных технологий и их практическое применение // *Техника и оборудование для села*. – 2014. – № 3. – С. 41-44.
6. Ганиева И.А. Предпосылки создания информационно-ресурсной цифровой платформы интеллектуального управления системами земледелия и землепользования для агропромышленного комплекса России // *Достижения науки и техники АПК*. – 2019. – Т. 33. – № 12. – С. 110-116.
7. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: <http://blogs.esri-cis.ru/2018/08/09gis-for-agriculture/> (дата обращения 15.06.2020).
8. Гончаров В.Д., Котеев С.В., Рау В.В. Проблемы продовольственной безопасности России // *Проблемы прогнозирования*. – 2016. – №2(155). – С. 99-107.
9. Донченко А.С., Каличкин В.К., Митякова Р.П. Межрегиональная схема размещения и специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации Сибирского федерального округа: Рекомендации. – Новосибирск: СО РАН, 2016. – 255 с.
10. Оленев Е.А. Математическое моделирование приборов и систем. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 160 с.
11. Папцов А.Г., Алтухов А.И., Кашеваров Н.И., Першукевич П.М., Денисов А.С., Рудой Е.В. Прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие России в период до 2030 года. – Новосибирск: НГАУ «Золотой колос», 2019. – 100 с.
12. Результаты исследования внутреполевой неоднородности почвенного покрова: отчет №05-2017 о НИР. – Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ), 2017. – 116 с.
13. Федоренко В.Ф., Мишуков Н.П., Буклагин Д.С., Гольяпин В.Я., Голубев И.Г. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития. – М.: ФГБУ «Росинформагротех», 2019. – 316 с.
14. Федоренко В.Ф., Черноиванов В.И., Гольяпин В.Я., Федоренко И.В. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства: науч. анализ. обзор. – М.: ФГБУ «Росинформагротех», 2018. – 232 с.
15. Фейнман Р. Дюжина лекций: шесть проще и шесть посложнее: пер. с англ. – М.: Бинум, Лаборатория знаний, 2006. – 318 с.
16. Степанов А.А. Цифровизация: от легенд к реальности – Новосибирск // *Председатель*. – 2022. – № 9(124).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Альт Виктор Валентинович, академик РАН, руководитель, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробiotехнологий Российской академии наук, а/я 463, р.п. Краснообск, Новосибирский район, Новосибирская область, Российская Федерация, 630501; Новосибирский государственный технический университет, д. 20, пр-т Карла Маркса, г. Новосибирск, Российская Федерация, 660073, e-mail: altviktor@ngs.ru

Чекусов Максим Сергеевич, кандидат техн. наук, директор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр», д. 26, пр-т Королева, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: chekusov@anc55.ru

Исакова Светлана Павловна, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробiotехнологий Российской академии наук,

а/я 463, р.п. Краснообск, Новосибирский район, Новосибирская область, Российская Федерация, 630501, e-mail: isakova.s.p@yandex.ru

Viktor V. Alt, Academician of the Russian Academy of Sciences, head, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, box 463, w.s. Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk region, Russian Federation, 630501; Novosibirsk state technical University, 20, av. Karl Marx, Novosibirsk, Russian Federation, 660073, e-mail: altviktor@ngs.ru

Maksim S. Chekusov, PhD in Technical Sciences, director, Omsk agricultural research center, 26, av. Koroleva, Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: chekusov@anc55.ru

Svetlana P. Isakova, senior researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, box 463, w.s. Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk region, Russian Federation, 630501, e-mail: isakova.s.p@yandex.ru