

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ****Н.А. Логинов, Н.В. Трофимов, С.В. Сочнева, И.Ф. Яхин**

Реферат. В настоящее время цифровизации экономики в Российской Федерации отводится особая роль. Сельское хозяйство является одним из главных секторов экономики, которая обеспечивает продовольственную безопасность страны получило активное развитие в этом направлении в последние годы. Внедрение цифровых инструментов в сельскохозяйственное производство идет повсеместно, но в то же время применяется в каждом хозяйстве частично или имеющиеся элементы не связаны с друг с другом. Во всех случаях внедрение элементов точного земледелия направлено на сокращение расходов, что в конечном счете должно привести к экономической выгоде. В то же время хозяйствующим субъектом не стоит забывать о самом главном – получая выгоду сохранить и улучшить существующее состояние экосистем подверженных антропогенному воздействию. Внедрение точного земледелия в сельское хозяйство невозможно без качественного информационного и технического обеспечения. В работе рассмотрено современное состояние и проблемы внедрения элементов точного земледелия. Основной из проблем, в настоящее время, является отсутствие полной и достоверной информации о качественном и количественном состоянии земель в сельском хозяйстве, что влияет на их уровень и эффективность использования в производстве. Одним из путей для организации рационального использования земель является учет агроландшафтных особенностей территории при внедрении точного земледелия.

Ключевые слова: точное земледелие, поле, карта, урожайность, цифровая карта, мониторинг.

Введение. В настоящее время ввиду исчерпывания традиционных возможностей для повышения урожайности и снижения расходов на производство для сельскохозяйственных производителей внедрение «точного» земледелия является одним из основных для решения этих проблем.

Анализ использования элементов точного земледелия показывает, что наибольшее распространение получили картирование урожайности, применения подруливающих устройств и параллельного вождения, мониторинг состояния растений дистанционными методами мониторинга, дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений. Применение технологий точного земледелия в мире идет ускоренными темпами и по масштабам применения среди всех можно выделить США, Японию и Бразилию. По данным Министерства сельского хозяйства Россия по степени цифровизации входит только во вторую десятку [1].

По мнению вице-президента по корпоративному развитию и инвестициям российского разработчика беспилотников Cognitive Technologies Альфии Каюмовой, в настоящее время «точное» земледелие в сельском хозяйстве в России в целом не превышает порядка 5 процентов. В отрасли растениеводства цифровизацией охвачено максимум 10% посевных площадей и применяемые решения не комплексные.

Рассматривая статистику, по прогнозу ВВП развитых стран, к 2024 году может вырасти за счет «цифровой экономики» на 1,5 %, а развивающихся стран – на 3,4 процента [2]. Поэтому цифровизация сферы сельского хозяйства является актуальной задачей современной экономики. Цель исследований—

изучение состояния и проблем развития точного земледелия в практической деятельности АПК России.

Результаты и обсуждение. Внедрение точного земледелия в России сталкивается со множеством проблем, одной из которых является слабое покрытие сельских территорий сетями передачи данных.

В то же время основной из проблем цифровизации сельского хозяйства является отсутствие или низкий уровень применения электронных карт и паспортов полей.

Говоря о современном применении цифровых технологий по состоянию и перспективе развития точного земледелия можно сказать следующее что при составлении цифровых карт полей для рекомендаций в сельском хозяйстве необходимо обратить внимание на элементы точного земледелия, например, картирование полей при проведении технологических операций [3]. На стадии внедрения системы точного земледелия производители сталкиваются с рядом проблем.

Одними из проблем, среди множества, являются неоднородность контура полей, а также отсутствие морфометрических данных территории. Для введения цифрового сельского хозяйства в первую очередь необходимо актуализировать данные о качественных и количественных свойствах полей севооборота. Для того чтобы получить достоверные сведения о границах поля необходимо создавать векторный контур поля в системах агрономического учета. Ведение системы агрономического учета позволяет уменьшить трудоёмкость выполнения работ по внесению, хранению и обработке наполняемой информации, а одновременная интеграция с устройствами установленных на машины и оборудования исключает

необходимость внесения данных и накопления ошибок при их вводе.

Практика показывает, что имеющаяся информация у специалистов не всегда достоверна и часто не совпадает с реально обрабатываемыми площадями из-за устаревших сведений и учета необрабатываемых участков внутри контуров полей.

Эти объекты уменьшают продуктивную площадь поля, и этот факт важно учитывать при планировании полевых работ и расчета необходимых ресурсов (удобрения, СЗР и так далее).

Повсеместное распространение неточностей в данных, представленных на рисунке 1 ведут к негативным последствиям, которые отражаются на технологии возделывания культуры. Несоответствие данных приведет к неправильным показателям в техническом плане, к неточным данным по урожайности и неправильного внесения питательных веществ. Неточные данные также приводят к нарушению технологии внесения удобрения и снижению урожайности [4, 5, 6, 7].

На рисунке 1 представлен пример отличия учетных данных о площади поля.



Рис. 1 - Пример отличия учетных данных о площади поля (красный контур) и реально обрабатываемой площади (заштриховано черным).

Следующим важным ограничивающим фактором для ведения современного сельского хозяйства является отсутствие данных об агроэкологическом состоянии полей. Например, отсутствие информации об уклонах и экспозиции склонов не позволяет правильно разместить сельскохозяйственные культуры с учетом агроландшафтных условий территории. Влияние на перераспределение влаги в почве для увеличения урожая оказывает прежде всего рельеф территории, крутизна рельефа

и склона. Рельеф является решающим фактором в развитии эрозионных процессов. При создании карты крутизны склона требуется копия плана землепользования с горизонталями [8, 9, 10].

Современные географические информационные технологии позволяют комплексно оценить агроландшафты для разработки агротехнологии под условия конкретных территорий. На рисунке 2 представлены результаты геоморфологического анализа территории.

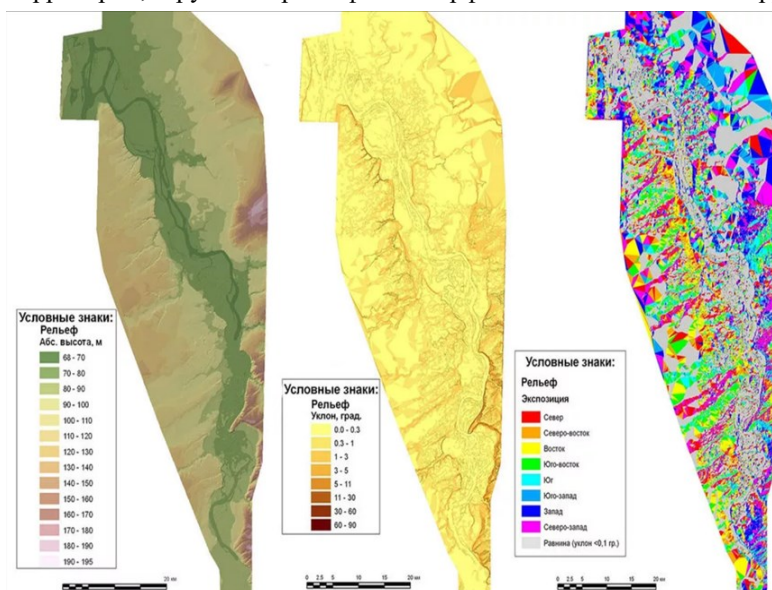


Рис. 2 -3D моделирование уклонов полей

Современное применение цифровых моделей рельефа при картографировании являются также одним из элементов по показателям в моделировании процессов перераспределения поверхностного и внутрипочвенного стока, определении эрозионных процессов [11, 12].

Стоит отметить, что на эффективное применение элементов точного земледелия влияет неоднородность агрохимических показателей внутри поля, которая связана со сложной формой рельефа участка. Это в свою очередь становится проблемой при дифференцированном внесении удобрений. По нашему мнению, без предварительной оценки эрозионных процессов на каждом участке невозможно определить дозу внесения минеральных удобрений, так как каждый год отличается своими климатическими показателями, и отсутствие учёта смыва приведет к усилению пестроты показателей почвы.

Поэтому внедрение цифровых технологий должно проводиться одновременно с внедрением агроландшафтного земледелия [13].

Выводы. Как показали проведенные исследования, использование системы точного земледелия является эффективным в современных условиях. Применение научного подхода при внедрении элементов точного земледелия позволит в последующем не только повысить урожайности и снизить расходы благодаря применению инновационных инструментов, но и создать экологически стабильную территорию.

Кроме того, внедряя цифровые инструменты, являющиеся частью элементов точного земледелия землепользователь должен позаботиться об экологической стабильности территории организовывая производство с применением адаптивно-ландшафтного подхода к земледелию.

Литература

1. Захарова Г. П., Сафиуллин И. Н. Развитие цифровых технологий в Республике Татарстан // Производство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры Агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 335-341.
2. Лагун А. А., Шилова И. Н. Предпосылки и экономическая эффективность внедрения системы точного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2(57). С. 217-226. DOI 10.17238/issn2071-2243.2018.2.217.
3. Трофимов Н. В., Сочнева С. В. Землеустройство – основа рационального использования сельских территорий в условиях цифровой трансформации АПК // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2021: Сборник материалов. Казань: ГБУ «НЦБЖД», 2021. С. 706-715.
4. Логинов Н. А., Сабирзянов А. М. Применение ДЗЗ при точечном внесении минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы // Экономика в меняющемся мире: сборник научных статей, Казань, 17–26 апреля 2019 года. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2019. С. 14-16.
5. Сабирова Р. М., Салехов Д. М., Гисматуллин Р. Р. Влияние почвенно-климатических условий на продуктивность овса // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практ. конф., посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. С. 432-436.
6. Sosnowska D. Precision agriculture in Polish integrated plant protection // Защита растений. 2016. № 40. P. 346-354.
7. Prospects for the use of a new non-traditional culture spring tritival in the precise agriculture system in the North-Kazakhstan region / A. K. Kurishbayev, B. K. Kanafin, N. A. Shestakova et al. // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. 2020. № 2(105). P. 4-12.
8. Гарипов И. Р., Сулейманов С. Р. Использование аэро-фотоикосмической съемки при проведении мониторинга земель // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 53-58.
9. GIS-technology and data of earth remote sensing to identify and predict ravine erosion development / A. Sabirzyanov, M. Panasyuk, N. Trofimov, S. Sochneva // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). Vol. 27. Kazan: EDPSciences, 2020. P. 00113.
10. Сафиуллин И. А., Миронов А. Г. Использование цифровых технологий в сельскохозяйственной технике // Инновационные тенденции развития Российской науки: материалы XIII международной науч.-практ. конф. молодых ученых. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. С. 221-223.
11. Сафиуллин И. Н., Амирова Э. Ф. Состояние и тенденции использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве Республики Татарстан // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 157-163.
12. Гохман В. В. Точное земледелие и ГИС // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2015. № 1(11). P. 45-54. – DOI 10.15688/jvolsu11.2015.1.4.
13. Afanasyev, R. A. Use of the regularities of within-field variability of arable soil fertility in precision agrotechnologies // ArcReview. 2016. № 3 (78) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=24059&SECTION_ID=1095

Сведения об авторах:

Логинов Николай Александрович — кандидат технических наук, доцент, e-mail: loginov_2311@mail.ru
 Трофимов Николай Валерьевич — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: nik.trofimow@mail.ru
 Сочнева Светлана Викторовна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru
 Яхин Ильдар Фаритович — ассистент, e-mail: ildarsuper97@bk.ru
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

MODERN PROBLEMS OF INTRODUCTION OF PRECISION FARMING ELEMENTS

N.A. Loginov, N.V. Trofimov, S.V. Sochneva, I.F. Yachin

Abstract. Currently, the digitalization of the economy in the Russian Federation has a special role. Agriculture is one of the main sectors of the economy that ensures the country's food security has been actively developed in this direction in recent years. The introduction of digital tools into agricultural production is going on everywhere, but at the same time it is used in every farm partially or the existing elements are not related to each other. In all cases, the introduction of precision farming elements is aimed at reducing costs, which ultimately should lead to economic benefits. At the same time, an economic entity should not forget about the most important thing – to benefit from preserving and improving the existing state of ecosystems subject to anthropogenic impact. The introduction of precision farming in agriculture is impossible without high-quality information and technical support. The paper considers the current state and problems of the introduction of precision farming elements. The main problem, at present, is the lack of complete and reliable information about the qualitative and quantitative condition of land in agriculture, which affects their level and efficiency of use in production. One of the ways to organize the rational use of land is to take into account the agro-landscape features of the territory when introducing precision farming.

Key words: precision farming, field, map, yield, digital map, monitoring.

References

1. Zakharova G. P., Safiullin I. N. Development of digital technologies in the Republic of Tatarstan // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University and the 80th anniversary of corresponding member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Ilshat Akhatovich Gaisin. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 335-341.
2. Lagun A. A., Shilova I.N. Prerequisites and economic efficiency of the introduction of precision agriculture in agricultural enterprises of the Vologda region // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2018. No. 2(57). P. 217-226. DOI 10.17238/issn2071-2243.2018.2.217.
3. Trofimov N. V., Sochneva S. V. Land management – the basis of rational use of rural territories in the conditions of digital transformation of the agro-industrial complex // International Forum KAZAN DIGITAL WEEK – 2021: Collection of materials. Kazan: GBU "NCBZHD", 2021. P. 706-715.
4. Loginov N. A., Sabirzyanov A.M. The use of remote sensing for spot application of mineral fertilizers on spring wheat crops // Economics in a changing world: collection of scientific articles, Kazan, April 17-26, 2019. Kazan: Kazan (Volga Region) Federal University, 2019. P. 14-16.
5. Sabirova R. M., Salekhov D. M., Gismatullin R. R. The influence of soil and climatic conditions on the productivity of oats // Modern achievements of agrarian science : scientific works of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the Doctor of Agricultural Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, honorary member Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, three times Laureate of State and Government awards in the field of science and technology, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of Tatarstan Mazitov Nazib Kayumovich. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2020. P. 432-436.
6. Sosnowska D. Precision agriculture in Polish integrated plant protection // Plant protection. 2016. No. 40. P. 346-354.
7. Prospects for the use of a new non-traditional culture spring tritival in the precise agriculture system in the North-Kazakhstan region / A. K. Kurishbayev, B. K. Kanafin, N. A. Shestakova et al. // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. 2020. No. 2(105). P. 4-12.
8. Garipov I. R., Suleymanov S. R. The use of aerial photography and satellite imagery during land monitoring // Student science - agricultural production: materials of the 79th student (regional) scientific conference. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 53-58.
9. GIS-technology and data of earth remote sensing to identify and predict ravine erosion development / A. Sabirzyanov, M. Panasyuk, N. Trofimov, S. Sochneva // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). Vol. 27. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00113.
10. Safiullin N. A., Mironov A. G. The use of digital technologies in agricultural machinery // Innovative trends in the development of Russian science: materials of the XIII International Scientific and practical conference of Young scientists. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 2020. P. 221-223.
11. Safiullin I. N., Amirova E.F. The state and trends in the use of land resources in agriculture of the Republic of Tatarstan // Actual issues of the use of land resources, geodesy and nature management: Proceedings of the All-Russian (national) scientific and Practical Conference of the Department of Land Management and Cadastre of the Kazan State Agrarian University. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 157-163.
12. Gokhman V.V. Precision agriculture and GIS // Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences. 2015. No. 1(11). P. 45-54. – DOI 10.15688/jvolsu11.2015.1.4.
13. Afanasyev, R. A. Use of the regularities of within-field variability of arable soil fertility in precision agrotechnologies // ArcReview. 2016. No. 3 (78) [Electronic resource]. – Access mode: https://www.esri-cis.ru/news / arcreview/detail.php?ID=24059&SECTION_ID=1095

Authors:

Loginov Nikolai Aleksandrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: loginov_2311@mail.ru
 Trofimov Nikolay Valerievich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: nik.trofimow@mail.ru
 Sochneva Svetlana Viktorovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru
 Yakhin Ildar Faritovich - Assistant, e-mail: ildarsuper97@bk.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.