Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Ахмедов А. У., Парпиев Ғ. Т. Мирзачўлда олиб борилган тупроқ-мелиоратив мониторинги натижаларининг қисқача тавсифи // Ўзбекистон тупроқшунослари ва агрокимёгарлари жамиятининг V қурултойи материаллари –Тошкент: – 2010. 16-17 сентябрь, –110-114 б.
2. Қўзиев Р., ва бошқалар. Давлат ер кадастрини юритиш учун тупроқ тадқиқотларини бажариш ва тупроқ карталарини тузиш бўйича йўриқнома. Меъёрий ҳужжат, – Тошкент: – 2013. – 52 б.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почвы. –М.: –1970 г.
4. Тошқўзиев М.М., Очилов С.Қ. «Тупроқ унумдорлигини тиклаш ва оширишда уни органик моддага бойитиш агротехнологияларини фермер хўжаликлари шароитида қўллаш натижалари» // Ер ресурсларидан самарали фойдаланиш, тупроқ унумдорлигини сақлаш, қайта тиклаш ва ошириш йўллари. Республика илмий-амалий анжумани маърузалари тўплами // – 2012. 12-13 июль – 24-29 б.
5. Бобомуродов Ш.М., Мақсудов Б.Й., Баҳодиров З.А. Тупроқ унумдорлигини баҳолашда геоахборат тизим технологияларидан фойдаланиш // Тупроқ унумдорлиги ва қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилдорлиги оширишнинг долзарб масалалари. Республика илмий-амалий анжумани маърузалари тўплами // 2014. 16-17 сентябрь. –Тошкент: –2014. –180-182 б.
6. Сирдарё ва Жиззах вилоятларининг суғориладиган тупроқлари. –Тошкент: –2005. – 256 б.
7. Сатторов Ж., Сиддиқов С., Абдуллаев С., Эргашев А., Хаидмухаммедова З., Кулмуродова Я., Қосимов У., Акбаров Н. Агрокимё. –Тошкент: – 2011.

УДК 633.491:631.84

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КООРДИНАТНОГО (ТОЧНОГО) ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ЦТЗ

А. И. Беленков, *профессор кафедры земледелия и МОД, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, РФ, г. Москва*

Аннотация. В статье приводится информация по внедрению и освоению технологии точного земледелия в сравнении с традиционной в опыте Центра точного земледелия (ЦТЗ). При использовании автопилота все агроприемы выполнялись качественно и адресно. Однако четкого преимущества точной технологии не выявлено. Под отдельные культуры зернопропашного севооборота следует применять комбинированную систему основной обработки почвы, сочетающую отвальный, минимальный и нулевой (прямой посев) способы.

Ключевые слова: точное земледелие, обработка почвы, автопилот, стыковые междурядья, дифференцированное внесение, электронные карты, урожайность.

Annotation. The article provides information on the introduction and development of precision farming technology in comparison with the traditional one in the experiment of the Center for Precision Farming (CTZ). When using the autopilot, all agricultural practices were carried out efficiently and targeted. No clear benefit of precision technology has been identified. For individual crops of grain-row crop rotation, a combined system of basic tillage should be used, combining moldboard, minimum and zero (direct sowing) methods.

Key words: precision farming, tillage, autopilot, interrow spacing, differentiated application, electronic maps, yield.

В этом году исполняется 15 лет со дня закладки и начала научных исследований в полевом опыте ЦТЗ Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. Основу Центра составляет полевой опыт по изучению эффективности технологий точного и традиционного земледелия. Цель – дать сравнительную оценку обшепринятой технологии возделывания с.-х. культур и технологии точного земледелия, основанной на использовании новой современной сельскохозяйственной техники и сопутствуюшего спутникового программного

обеспечения системы GPS [1].

В рамках четырехпольного зернопропашного севооборота: викоовсяная смесь на корм – озимая пшеница – картофель – ячмень сравнивались две технологии, а также варианты отвальной, минимальной и нулевой обработки почвы. Первый вариант включал обработку оборотным плугом Eur Opal на20-22 см под все культуры, второй – обработку культиватором Pegasus на 12-14 см под картофель и ячмень. Нулевая обработка (прямой посев) предусматривался под озимую пшеницу и вику с овсом на корм.

К числу определяюших элементов технологии точного земледелия относится посев(посадка)с.-х.культурсиспользованием навигационного оборудования, т.е., автопилота [2]. В наших исследованиях посев зерновых культур (озимой пшеницы и ячменя) проводился, в одном случае, по автопилоту, в другом, по маркеру. При этом посев озимой пшеницы, ячменя и викоовсяной смеси на отвальном и минимальном фонах осуществлялся сеялкой точного высева Д-9-30 с применением системы GPS и маркера. По варианту нулевой почвы проводился посев пневматической сеялкой прямого посева DMC-3 только с использованием автопилота. Маркер при работе этой сеялки использовать не удавалось в силу конструктивных недоработок.

В среднем за период исследований при посеве ячменя и озимой пшеницы отклонения величины стыковых междурядий при посеве по маркеру соответственно составляли 3,2 и 4,7 см, тогда как при использовании автопилота в системе GPS их значения составили 1,4 и 1,8 см. При посеве зерновых культур, использование навигационного оборудования точного позиционирования обеспечивало размер стыковых междурядий менее агротехнически предусмотренных для данной операции величины, которая составляет ±2,5 см. Еше более снижалась величина междурядья, в среднем за 3 года, при посеве по автопилоту вики с овсом, она равнялась +0,3 см. Посев викоовсяной смеси и озимой пшеницы на делянках точного земледелия по нулевой обработке с применением средств навигации также давал положительный результат. При таком же агротребовании к величине стыковых междурядий, на кормовой культуре отклонения составили +0,2 см, на зерновой - +0,4 см, что на много меньше допустимых ±2,5 см.

На рисунке 1 показан внешний вид посевов ячменя при разных способах и времени посева. Использование средств спутниковой навигации (автопилот) возможно в условиях ограниченной видимости (ночь, туман, задымление), качество посевов при этом такое же, как в обычных условиях.



Рис. 1. Вид поля ячменя, посеянного в светлое время суток по маркеру (слева) и по автопилоту (по центру) и в темное время (справа).

Посадка картофеля осуществлялась картофелесажалкой GL-34T со стандартным междурядьем 75 см по автопилоту и маркеру. Заданная траектория движения агрегата, с использованием системы GPS, повторялась на варианте точного земледелия в ходе проведения гребнеобразования по всходам. По традиционной технологии возделывания картофеля этот прием проводился при визуальном контроле, т.е. движением агрегата управляет механизатор. Ширина междурядий между проходами картофелесажалки при

использовании маркера и автопилота разнилась незначительно, составляя по традиционной технологии в среднем от 60-65 до 80-85 см, т.е. отклонение от стандартного междурядья сажалки (75 см) в пределах от -15 до +15 см. Применение системы GPS при выполнении технологии точного земледелия обеспечивало отклонение в прямолинейности смежных рядков от 1,5 до 3,5 см. Важным условием развития полноценного растения картофеля является его расположение по отношению к центральной части гребня в ходе гребнеобразования. Проведение гребнеобразования в посадках картофеля, который возделывался по традиционной технологии, обеспечивало формирование растений картофеля с отклонениями от центра от 5 до 15 см. Это обуславливало односторонние изменения нарастания вегетативной части, неравномерность в образовании и развитии подземных клубней. При выполнении технологии точного земледелия растения картофеля располагались практически по центру рядка с допустимым отклонением порядка 1,5-3,5 см, что положительно отражалось на формировании урожая.

Второй компонент системы точного земледелия – внесение удобрений и средств химической зашиты растений (гербицидов) в зависимости от состояния культурных растений, наличия и обилия сорняков на отдельных участках поля с применением специальных сканеров и сенсоров, корректируюших количество вносимых удобрений и препаратов [3]. В наших опытах для выполнения указанных операций использовали сенсорные датчики Green Seeker (Германия) и N-sensor ALS (США) (рисунок 2).



Рис. 2. Сенсорные датчики GreenSeeker (слева) и N-sensor ALS (справа)

В полевом опыте Центра точного земледелия проведение корневых подкормок аммиачной селитрой проводится дважды за вегетационный сезон: при возобновлении вегетации ранней весной и в фазу колошения. Первая подкормка обеспечивает формирование продуктивной биомассы, вторая подкормка предназначена для налива зерна высокого качества. Обе подкормки проводятся с использованием датчика N-sensor ALS Yara. Наиболее контрастна разница в урожайности озимой пшеницы при сравнении делянок с применением подкормки по двум обработкам почвы: на варианте «прямой посев» урожайность была выше на 0,8 т/га по сравнению с вариантом «вспашка». При применении подкормок на варианте «вспашка» урожайность выросла на 20% по сравнению с контролем (2,4 и 1,9 т/га соответственно), на варианте «прямой посев» – на 29% (3,3 и 2,5 т/га соответственно). По отвальной обработке на точной технологии различия составляли 0,29 т/га, по нулевой при традиционной – 0,67 т/га. На фоне применения азотных подкормок в дозах 2×70 в традиционном земледелии и 2×60-80 (дифференцированно) в точном земледелии урожайность повысилась по сравнению с контролем без подкормок на 0,3–0,8 т/га.

Третьим слагаемым элементом точного

земледелия является - оценка содержания элементов питания почвы каждого конкретного участка поля. Один из способов такой оценки – отбор огромного количества почвенных проб, после чего в каждом образе определяется содержание азота, фосфора, калия, в результате чего формируется карта плодородия. Эта карта загружается в специальную программу SMS Advanced, формирующую задания для бортового компьютера машины для внесения удобрений. В результате на каждый квадратный метр поля будет внесено именно то количество удобрений, которые необходимы именно этому участку.

Урожайность является важнейшим интегрируюшим показателем эффективности и продуктивности посевов [4]. В таблице 1 приведена урожайность культур в полевом опыте за годы освоения точного земледелия.

Таблица 4 - Урожайность с.-х. культур в полевом опыте ЦТЗ, т/га

Культура	Техно-логия	Обработка почвы	Урожайность по годам, т/га								
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Ср.
Вика+овес	точная	отвальная	20,5	10,8	20,6	22,1	24,5	31,2	25,3	22,8	22,2
		нулевая	19,4	9,4	27.3	24,3	25,3	28,9	27,5	6,0	21,0
Оз. пшеница	точная	отвальная	4,63	3,70	6,31	6,12	2.75	7.05	5,00	5.46	5.13
		нулевая	4,11	3.55	6,15	5.87	4.59	6,86	5,52	5.05	5.21
	тради-ционная	отвальная	4,50	3,65	6,52	5,80	2.78	6,92	4,88	5.31	5,04
		нулевая	3.85	3,53	6,35	5.62	4,56	6,78	5,44	5.13	5.16
Картофель	точная	отвальная	21,7	24,4	19,9	28,6	25,1	32,9	31,0	25,8	26,2
		минимал	20,7	23,2	18,3	25,9	24,6	27,8	26,7	22,5	23,7
	тради-ционная	отвальная	24,2	24,0	19,1	27,6	24.9	30,0	30,3	23,7	25,5
		минимал	19,2	22,9	17,5	26.2	23,8	24,6	25,6	20,8	22,6
Ячмень	точная	отвальная	3,35	2,62	4.33	5,16	3.85	5,55	4,04	4,29	4,15
		минимал	2,99	2,83	4,20	5,00	4,01	5,21	3,99	4,04	4.03
	тради-ционная	отвальная	3,47	2,76	4.26	5,20	3.88	5,50	3,95	4.12	4.14
		минимал	3,06	3,08	4.18	4,95	4.03	5,27	3,90	3,90	4.05

Список использованных литератур:

1. Балабанов В. И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: Учебное пособие / В. И. Балабанов, С. В. Железова, Е. В. Березовский, А. И. Беленков, В. В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, – 2013. – С. –148.

2. Точное сельское хозяйство (precision agriculture) / Под ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В.П. Якушева. –СПб-Пушкин, –2009. – С. – 400.

3. Беленков А. И., Железова С. В., Березовский Е. В., Мазиров М. А. Элементы технологии точного земледелия в полевом опыте РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева // Известие ТСХА. –2011. – Вып. 6. – С. –90-100.

4. Alexey Belenkov, Mikhail Mazirov, Valeria Arefieva Theoretical and practical aspects of basic soil treatment in the conditions of modern soil management systems in Russia // Eurasian Journal of Soil Science. – 2018. - №7 (4). – P. – 300-307.