



ОБОСНОВАНИЕ НОВОГО ПОДХОДА К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. А. КОНИЩЕВ,

кандидат технических наук, Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (153506, Ивановская обл., Ивановский р-н, с. Богородское, ул. Центральная, д. 2),

А. И. БЕЛЕНКОВ,

доктор сельскохозяйственных наук,

Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева

(127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49),

Е. Н. КОНИЩЕВА,

кандидат сельскохозяйственных наук,

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д. К. Беляева

(153012, г. Иваново, ул. Советская, д. 45)

Ключевые слова: концепция технологий, обработка почвы, погодные условия, продуктивность растений.

Общепринятая концепция формирования технологий обработки почвы, основанная на послойно-плоскостном подходе построения операций, обладает неустраняемыми системными недостатками. Эти недостатки во многом определяются порядком построения технологических операций. Когда, начиная с основной обработки и до посева, с каждой последующей операцией почва обрабатывается на все меньшую глубину. В результате возникает устойчивое антропогенное переуплотнение почвы. Вторым недостатком является полная зависимость продуктивности посевов от текущих метеоусловий. Действующая концепция просто не дает путей решения этого вопроса. Совместно эти недостатки порождают низкое долевое влияние обработки на продуктивность посевов. Что на фоне постоянно возрастающих затрат на возделывание культур породило всеобщее стремление к минимизации обработки. В итоге недостатки порожденные деятельностью человека только усугубляются. Эти недостатки можно преодолеть при переходе на объемно-гетерогенную концепцию построения технологий, учитывающую агрофизические свойства почвы региона, режим выпадения осадков и меняющую порядок построения операций. Концепция позволяет проектировать обработку под конкретный регион. Обеспечивается повышение урожайности (в первую очередь в неблагоприятных условиях) и в среднем до 8 % по сравнению с технологией на базе вспашки и на 11 % по сравнению с классической минимальной обработкой. Одновременно снижаются технологические затраты и повышается производительность труда. Переход на точное земледелие не изменяет сегодняшнее низкое долевое влияние обработки на урожайность и колебания ее величины от количества выпадающих осадков. Предлагаемая концепция и разработанные на ее основании технологии обработки почвы позволяют более объективно подходить к их выбору с учетом ряда сопутствующих условий.

SUBSTANTIATION OF NEW APPROACH TO THE SEARCH OF SOIL CULTIVATION TECHNOLOGIES

A. A. KONISHCHEV,

candidate of technical sciences, Ivanovo Research Institute of Agriculture

(2 Centralnaya Str., 153506, Ivanovo reg., Ivanovo dist., Bogorodskoe),

A. I. BELENKOV,

doctor of agricultural sciences, Moscow Agricultural Academy of K. A. Timiryazev

(49 Timiryazevskaya Str., 127550, Moscow),

E. N. KONISHCHEVA,

candidate of agricultural sciences, Ivanovo State Agricultural Academy of D. K. Belyaev

(45 Sovetskaya Str., 153012, Ivanovo)

Keywords: technologies conception, soil cultivation, weather conditions, plant productivity.

The generally accepted conventional concept of formation technologies of tillage based on layer-by-layer planar approach of building operations has not disposable system deficiencies. These disadvantages are determined to a large extent by the order of technological operations arrangement. When the soil is worked for a shallower depth with each subsequent operation from the primary tillage till sowing, it is resulted in a sustainable anthropogenic soil compaction. The second disadvantage is the complete sowing productivity dependence on the weather conditions. The current conception does not give a way for this problem solution. Together, these shortcomings generate low equity impact of tillage on sowing productivity. Against the background of increasing costs for cultivation it has given rise to a general tendency to minimize the tillage process. As a result, the defects generated by human activities are exacerbated. The abovementioned shortcomings can be overcome due to transition to heterogeneous conception of technologies arrangement which takes into account agrophysical soil properties of a region, application of the technologies, rainfall regime and change of the order of operations' arrangement. The conception allows planning of the tillage for a specific region. In this case increase in productivity is provided (particularly in adverse conditions) at an average of 8 % in comparison with the technology based on plowing and of 11 % compared to the classical minimum cultivation. Simultaneously reduces the process of cost and increased productivity. The transition to precision farming does not change the current low equity treatment effect on the yield and fluctuations in its value from precipitation. The proposed concept and developed based on the tillage ability to allow for a more objective approach to their choice based on a number of related conditions.

Положительная рецензия представлена Г. Н. Корневым, доктором экономических наук, профессором Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д. К. Беляева.



Существующая классическая технология обработки почвы, основанная на использовании отвальной вспашки, родилась одновременно с изобретением самого плуга. По этой технологии, почва сначала обрабатывается на максимальную (принятую или возможную) глубину. Затем дополнительными обработками верхний слой доводится до требуемого для посева качества крошения, плотности и выровненности. После этого проводится посев (с размещением семян на рекомендуемую глубину). То есть, с каждой последующей операцией почва обрабатывается на все меньшую глубину. При этом одновременно уничтожаются результаты прежних глубоких обработок — уплотняются ходовыми системами агрегатов, ранее обработанные, ниже расположенные, слои почвы. Другой последовательности проведения операций с применением вспашки просто не может существовать. У большинства моделей отвальных плугов тракторные колеса, со стороны обработанного участка поля, двигаются по дну борозды, то есть значительная площадь поля в подпахотных горизонтах систематически уплотняется без ее последующего антропогенного разуплотнения.

Общую картину негативного воздействия на почву усугубляет внесение минеральных удобрений разбрасывателями перед предпосевной обработкой, которые так же уплотняют поверхность поля.

Позднее в производстве начинают активно применяться орудия безотвальной обработки почвы — плоскорезы и чизели. Орудия иные, но их работу встраивают в существующую старую технологию с использованием плуга, заменяя в технологической операции плуг на новое орудие обработки.

В результате, во всем мире, для культур сплошного сева, получила господствующее распространение концепция построения технологий обработки почвы основанная на послойно-плоскостном подходе к решению задачи. В соответствии с которой, почва при всех технологических операциях обрабатывается относительно равномерно на всей площади поля на определенную глубину. И по мере приближения к посеву глубина обработки все более уменьшается.

Соответственно уже в изначальной концепции основной и предпосевной обработки заложена неизбежность переуплотнения почвы ходовыми системами агрегатов. Поэтому перед земледельческой наукой и практикой ставится задача снижения переуплотнения почвы. Стремление ее правильного решения особенно злободневной стала в семидесятые годы прошлого столетия, когда на полях начали массово использоваться тяжелые энергонасыщенные колесные трактора, что отрицательно сказывалось на плодородии почвы и получении стабильной урожайности.

При этом задача борьбы с переуплотнением почвы решалась по трем основным направлениям:

— организационном, путем ограничения применения на влажной почве тяжелых тракторов и маршрутизация движения техники по полю;

— технологическом, путем внесения повышенных доз органических удобрений и разуплотнения нижних горизонтов почвы с помощью дополнительных обработок;

— конструктивном, путем применения комбинированных агрегатов, уменьшающих количество проходов трактора по полю, применения дополни-

тельных рабочих органов обрабатывающих колею трактора и установкой на трактор сдвоенных и строенных колес низкого давления.

Каждое из этих направлений имеет свои достоинства и недостатки. Не углубляясь в подробный анализ каждого из них, отметим, что ни одно из этих направлений не решает задачи исключения антропогенного переуплотнения почвы [4]. При этом урожайность культур, при использовании всех перечисленных направлений, остается зависимой от погодных условий.

Параллельно развитию приемов обработки почвы, так же во всем мире, накапливались данные, показывающие низкое доленое влияние обработки на урожайность возделываемых культур. Применительно к России урожайность зерновых культур, например, в Нечерноземной зоне зависит от обработки почвы на 1–17 %, с преобладающим влиянием в пределах 2,5–6,0 % [6, 10, 11, 12]. Доля влияния минеральных удобрений составляет от 17 до 57 %, погодных условий 31–72 % [8, 10]. В ЦЧЗ доля влияния обработки почвы на урожайность ячменя составляет 7 %, при влиянии погодных условий в 63 % и зависимости урожайности на 26 % от удобрений и экспозиции склона [3].

С другой стороны, на изменение себестоимости продукции оказывает систематическое влияние постоянное удорожание средств производства и расходных материалов. Причем, ввиду диспаритета цен, стоимость товаров промышленного производства растет значительно быстрее, чем сельскохозяйственных товаров. Уже к девяностым годам прошлого столетия рост объема сельскохозяйственного производства на каждый 1 % в бывших республиках Советского Союза требовал увеличения совокупных энергозатрат на 2–3 % [5, 7, 13]. Эта ситуация продолжает обостряться и в настоящее время. Например, в 2011 г., для прироста внутреннего валового продукта сельскохозяйственного производства на 1 % необходимо увеличение общих расходов уже на 6 % [2].

Таким образом, наука и практика находятся в прочной зависимости, с одной стороны, от известного факта незначительного влияния обработки почвы на урожайность зерновых и того, что затраты на обработку неадекватно превышают получаемый эффект. С другой стороны, необходимо систематически снижать себестоимость получаемой продукции. Такая ситуация породила в мировом земледелии устойчивую тенденцию на минимизацию обработки почвы вплоть до полного отказа от нее.

Другими словами, земледельческая наука и практика, пытается преодолеть ею же созданную проблему, превращая ее уже в непреодолимую.

Ведь из всех технологических операций выращивания зерновых только обработка почвы способствуют улучшению плодородия почвы и способна регулировать агрофизическое состояние пахотного слоя и, соответственно, процесс водо- и газообмена в системе: почва — растение — атмосфера. Именно обработку почвы предлагается признать ненужной и исключить ее из технологической цепочки выращивания культур. Тем самым, затраты на выполнение обработки почвы стараются перевести в разряд минимальных.

Параллельно наука и практика стали развивать «точное земледелие» с целью снижения затрат на агрохимические средства, необходимые для выращивания растений. Что в результате этого, получается, рассмотрим на примере стационарного опыта

Таблица 1

Урожайность сельскохозяйственных культур по вариантам полевого опыта ЦТЗ, т/га

Культура	Технология	Обработка почвы	Урожайность по годам, т/га						
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	среднее
Вика + овес	точная	отвальная	21,3	20,5	10,8	20,6	22,1	24,5	20,0
		нулевая	25,0	19,4	9,4	27,3	24,3	25,3	21,8
Оз. пшеница	точная	отвальная	4,23	4,63	3,70	6,31	6,12	2,75	4,62
		нулевая	5,09	4,11	3,55	6,15	5,87	4,59	4,89
	традицион.	отвальная	4,28	4,50	3,65	6,52	5,80	2,78	4,59
		нулевая	5,18	3,85	3,53	6,35	5,62	4,56	4,85
Картофель	точная	отвальная	41,5	21,7	24,4	19,9	28,6	25,1	26,9
		минимал.	37,5	20,7	23,2	18,3	25,9	24,6	25,0
	традицион.	отвальная	38,9	24,2	24,0	19,1	27,6	24,9	26,5
		минимал.	36,3	19,2	22,9	17,5	26,2	23,8	24,3
Ячмень	точная	отвальная	5,40	3,35	2,62	4,33	5,16	3,85	4,10
		минимал.	5,78	2,99	2,83	4,20	5,00	4,01	4,14
	традицион.	отвальная	5,09	3,47	2,76	4,26	5,20	3,88	4,06
		минимал.	5,39	3,06	3,08	4,18	4,95	4,03	4,12

Таблица 2

Урожайность яровых зерновых культур при различной технологии обработки почвы

Обработка почвы	Средняя урожайность по культурам, т/га		
	Ячмень*	Пшеница**	Овес***
Вспашка	2,49 (100 %)	2,84 (100 %)	2,45 (100 %)
Минимальная	2,37 (95,2 %)	2,57 (90,5 %)	2,48 (101,2 %)
Экспериментальная	2,63 (105,6 %)	3,00 (105,6 %)	2,66 (107,3 %)

Примечание: * — средняя из восьми опыто-лет; ** — средняя из четырех опыто-лет; *** — средняя из двух опыто-лет

Центра точного земледелия Тимирязевской сельскохозяйственной академии (табл. 1) [1, 9].

Анализ табл. 1 показывает, что если исходить из средних урожайностей, то обработку почвы можно проводить, используя любую технологию, так как разница в среднемноголетней урожайности культур незначительная. Точное земледелие несколько увеличивает общую урожайность культур, но колебания величины урожайности и преимущества той или иной обработки такие же, как и при традиционном земледелии.

Таким образом, переход на точное земледелие не изменяет сегодняшнее низкое доленое влияние обработки на урожайность и колебания ее величины от количества выпадающих осадков.

Наряду с этим известно, что доленое влияние обработки на продуктивность растений зависит от совпадения плотности корнеобитаемого слоя почвы (слой ниже уровня заделки семян при посеве) и режима увлажнения почвы. При совпадении оптимального уровня увлажнения и плотности почвы влияние обработки на урожайность становится сопоставимым с влиянием минеральных удобрений! Причем совпадать плотность и увлажнение почвы должны в первой половине вегетации [4].

Выполняя любую обработку почвы, мы придаем ей вполне конкретную плотность, характерную для этого вида обработки и соответствующую агрофизическим свойствам почвы региона. Максимальную урожайность можно получить так же в конкретных условиях увлажнения почвы и величины сформиро-

ванной обработкой плотности почвы. Во всех остальных случаях урожайность культур будет меньше максимальной величины. Например, при использовании технологии «no-till» плотность корнеобитаемого слоя равняется равновесной для данного типа почвы (как правило, большей, чем оптимальная величина), поэтому высокие урожаи, при использовании данной технологии фиксируются чаще в условиях недостатка осадков и умеренного уровня увлажнения почвы.

По величине урожайности в многочисленных опытах фиксируются своеобразные «качели», когда даже при одной и той же обработке в разные годы (в зависимости от количества выпавших осадков) формируется различная урожайность, а при разных обработках преимущество переходит к одной из применяемых!

Выводы при этом о преимуществе той или иной обработки почвы, основанные только на анализе получаемой урожайности, фактически строятся на влиянии случайного фактора — благоприятного сочетания «плотности почвы и увлажнения», а не на реальном преимуществе технологии. При этом переход на точное земледелие ситуацию не меняет! Зависимость между обработками остается прежней, только несколько увеличивается уровень урожайности.

На первый взгляд получается замкнутый круг. Ведь операции по обработке почвы заканчиваются до попадания семян в почву, то есть до начала развития растений. Погодные условия очень динамичны. К тому же сегодняшнее развитие службы предсказания погоды не позволяет давать достоверные долго-



срочные метеопрогнозы. Поэтому земледельцы не могут заранее запроектировать оптимальные для растений условия развития. А самое главное — вслед за изменениями погодных условий предшествующая обработка почвы изменять ситуацию уже не может.

Выход из сложившейся ситуации есть. Основан он на отказе от действующей в настоящее время плоской-плоскостной концепции построения технологий обработки почвы и переходе на объемно-гетерогенную концепцию построения технологий обработки почвы [4].

По предлагаемой концепции, в первую очередь, относящуюся к посевам яровых культур, в пахотном слое, заблаговременно (до посева), создается сочетание участков почвы, благоприятных для выращивания растений как при недостатке осадков (уплотненных), так и их избытке (рыхлых). То есть почва обрабатывается с разной интенсивностью, как по площади, так и по глубине. Сочетание на поле рыхлых и плотных участков и их взаимовлияние друг на друга делает поле в целом более адаптированным к любому режиму выпадения осадков.

При этом в зонах с различным режимом увлажнения должны меняться размеры различно уплотненных участков. Чем засушливее регион, тем больше размеры плотных участков, и чем больше осадков, тем больше размеры рыхлых участков. При отсутствии таких участков останавливаются на одной из существующих технологий (иначе — все известные технологии обработки почвы являются частным случаем предлагаемой концепции!). То есть, в соответствии с предлагаемой концепцией, можно создать технологию, адаптированную к любому региону.

Кроме того, в случае равенства равновесной плотности почвы и плотности одного из участков поля, возможен переход на чередование обработанных и необработанных участков, что приведет к дополнительной экономии материальных ресурсов. В целом

режим экономии энергоресурсов в предлагаемой концепции реализуется за счет отказа от интенсивной обработки всей площади поля.

В соответствии с предлагаемой концепцией, в Ивановском НИИСХ была разработана экспериментальная технология обработки почвы для условий Нечерноземной зоны (Ивановская область). Среденные результаты исследований представлены в табл. 2.

Проверка экспериментальной технологии обработки почвы на дерново-подзолистой легко- и среднесуглинистой почве подтвердила правильность нашего подхода к решаемым задачам. Опыты по непосредственно сравнению технологий закладывались в течение 10 лет на почвах различной степени окультуренности.

Следует отметить, что только один раз за все годы наблюдений экспериментальная обработка уступила вспашке. В остальные годы урожайность была выше или равна урожайности с применением вспашки. Традиционная минимальная обработка на 8–10 см систематически уступала экспериментальной обработке за исключением одного засушливого года, когда ГТК по Селянину в начале вегетации составил 0,57.

Экономия затрат на этапе обработка почвы — посев при использовании экспериментальной обработки составляет от 98 до 4745 руб./га в зависимости от предлагаемого набора машин (в ценах 2012 г.). При росте производительности труда до 30 %. Изменения остальных элементов агротехники (севооборотов, защиты растений, системы внесения удобрений и т. д.) новая концепция не требует.

Таким образом, предлагаемая концепция и разработанная на ее основании технология обработки почвы позволяют более объективно подходить к их выбору с учетом ряда сопутствующих условий.

Литература

1. Беленков А. И. Сравнительная оценка способов обработки почвы в адаптивном земледелии. М. : Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. С. 247–252.
2. Будущее продовольствия и сельского хозяйства : Цели и альтернативы глобального устойчивого развития [Электронный ресурс] // The Future of Food and Farming (2011). Executive Summary. The Government Office for Science, London). URL : <http://www.foresight.com>.
3. Дериглазова Г. М., Айдиев А. Я. Особенности возделывания ярового ячменя на склоновых землях Центрального Черноземья. Курск : ГНУ Курский НИИ АПП, 2013. 233 с.
4. Конищев А. А. Обработка почвы : вчера, сегодня, завтра. Иваново : Изд-во ИГСХА им. Д. К. Беляева, 2013. 127 с. [Электронный ресурс] // АгроСборник. URL : <http://www.agrosbornik.ru>.
5. Кормановский Л. П. Основные направления научно-технической политики в области сельскохозяйственного производства в условиях его реформирования : материалы науч.-практ. конф. М. : ГОСНИТИ, 1995. С. 3–15.
6. Манжосов В. П., Певнев М. И., Маймусов В. Н. Долевое влияние обработки почвы и удобрения на урожайность полевых культур // Земледелие. 1994. № 1. С. 14–17.
7. Масло И. П., Целуйко А. С. Экономия энергетических ресурсов в сельском хозяйстве Украины // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1986. № 9. С. 9–11.
8. Матюк Н. С. Ресурсосберегающие технологии снижения переуплотнения почв в современных системах земледелия Нечерноземной зоны России : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1999. 42 с.
9. Николаев В. А., Беленков А. И. Влияние разных приемов обработки дерново-подзолистой почвы на ее сложение и урожайность ячменя // Известия ТСХА. 2014. Вып. 5. С. 103–110.
10. Пружин М. К., Волобуев А. П., Кривчиков А. Е. Использование результатов многофакторного опыта в моделировании систем земледелия // Земледелие. № 3. 1990. С. 67–70.
11. Пупонин А. И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. М. : Колос, 1984. 184 с.
12. Пупонин А. И., Певнев М. И. Влияние разных систем обработки дерново-подзолистой почвы в интенсивном земледелии на ее окультуренность и плодородие // Известия ТСХА. 1986. Вып. 3. С. 15–24.
13. Родичев В. А. Основные направления экономики топливно-энергетических ресурсов в растениеводстве // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1986. № 9. С. 5–9.



References

1. Belenkov A. I. Comparative evaluation of tillage field experiment center for precision agriculture (TSTZ) // Resource tillage in adaptive agriculture. M. : RGAU ICCA of K. A. Timiryazev. P. 247–252.
2. The Future of Food and Agriculture : Objectives and alternative global sustainable development [Electronic recourse] // The Future of Food and Farming (2011). Executive Summary. The Government Office for Science, (London). URL : <http://www.Foresight.com>.
3. Deriglazova G. M., Aydiev A. J. Features spring barley cultivation on sloping lands of Central Chernozem. Kursk : Kursk Research Institute, 2013. 233 p.
4. Konishchev A. A. Tillage : yesterday, today and tomorrow. Ivanovo : Publishing of ISAA of D. K. Belyaev, 2013. 127 p. [Electronic resource] // AgroCollection. URL : <http://www.agrosbornik.ru>.
5. Kormanovskiy L. P. The main directions of scientific and technical policy in the field of agricultural production in terms of its reform : proceedings of the conference. M. : GOSNITI, 1995. P. 3–15.
6. Manzhosov V. P, Pevnev M. I, Maymusov V. N. Equity impact of tillage and fertilization on yield of field crops // Agriculture. 1994. № 1. P. 14–17.
7. Maslo I. P., Tseluyko A. S. Saving energy in agriculture Ukraine // Mechanization and Electrification of Agriculture. 1986. № 9. P. 9–11.
8. Matyuk N. S. Saving technologies to reduce soil compaction in modern farming systems Nonchernozem zone of Russia : author. dis. ... dr. of agricult. sc. M., 1999. 42 p.
9. Nikolaev V. A., Belenkov A. I. Influence of different methods of processing the sod-podzolic soil on its composition and yield of barley // Proceedings of TAA. 2014. Vol. 5. P. 103–110.
10. Springs M. K, Volobuev A. P, Krivchikov A. E. Using the results of multivariate modeling experience in farming systems // Agriculture. 1990. № 3. P. 67–70.
11. Puponin A. I. Tillage in intensive agriculture Non-chernozem zone. M. : Kolos, 1984. 184 p.
12. Puponin A. I., Pevnev M. I. The influence of different processing systems sod-podzolic soil in intensive agriculture on its cultivated and fertility // News TAA. 1986. Vol. 3. P. 15–24.
13. Rodichev V. A. The main directions of fuel and energy resources in crop // Mechanization and Electrification of Agriculture. 1986. № 9. P. 5–9.