



Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.55186/25876740_2023_66_5_506

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В.А. Шадских, В.Е. Кижяева, С.В. ЕненкоВолжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации,
Энгельс, Россия

Аннотация. В статье приводится агротехническая характеристика различных способов основной обработки почв в условиях орошения, а также дано краткое обоснование проводимых работ, назначение, цель и задачи разработки технологического регламента. Основное назначение технологического регламента — определить агроэкологическую значимость способов обработки почвы и регламентировать порядок и последовательность выполнения агротехнологических операций на орошаемых землях с целью оптимизации основных параметров водно-физических свойств почв. Объектом исследований являлись современные способы основной обработки и их влияние на агроэкологическое состояние орошаемой почвы. Цель исследований — определить основные направления формирования показателей технологического регламента комплексной оценки различных способов обработки почвы в засушливой зоне региона Поволжья. Методология работ включала схемы и методику проведения полевого опыта с применением способов основной обработки почв при орошении сельскохозяйственных культур. Исследования проводились в 1993 — 2023 годы в типовых орошаемых севооборотах хозяйств Поволжья, где были поставлены и проведены длительные стационарные полевые опыты по обработкам почвы: опытно-производственное хозяйство ВолжНИИГиМ в Саратовской области, Заволжская опытно-мелиоративная станция в Волгоградской области, Астраханская и Самарская опытно-мелиоративные станции. Установлено, что основные показатели технологического регламента комплексной оценки различных способов обработки почвы должны базироваться на исходных требованиях и критериях оценки агрофизического состояния пахотного горизонта основных почвенных разностей региона, качественных характеристиках и энергетических и экономических показателях. С учетом фактической динамики агрофизических показателей плодородия произведен анализ агротехнических требований к основной обработке почвы, регламентирующих проведение технологических операций на почвах с учетом допустимых отклонений от нормы. На основании обобщения опыта и анализа многолетних исследований, предложен технологический регламент комплексной оценки различных способов обработки почвы с подробным инструментарием его применения. Доказано, что в оценке качества обработки почвы должны участвовать следующие основные показатели: фактическая глубина обработки и её равномерность; характеристики рыхления: коэффициент глыбистости, коэффициент распыленности, коэффициент рыхления и общий показатель крошения; плотность сложения почвы, гранулометрический состав, отражающие физическое строение обрабатываемого слоя; сохранение стерни, залипаемость и забиваемость почвообрабатывающих орудий и т.д. Показатели экономической и энергетической эффективности дают возможность выявить экономическую целесообразность и энергетическую значимость проведения того или иного способа обработки почвы в условиях орошения.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, почва, способы основной обработки почвы, ресурсосберегающая технология, технологический регламент

Original article

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGICAL REGULATIONS FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF SOIL TREATMENT METHODS

V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, S.V. EnenkoVolga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation,
Engels, Russia

Abstract. The article provides an agrotechnical description of various methods of basic soil treatment in irrigation conditions, as well as a brief justification of the work carried out, the purpose, purpose and tasks of developing technological regulations. The main purpose of the technological regulation is to determine the agroecological significance of soil cultivation methods and to regulate the procedure and sequence of agro-technological operations on irrigated lands in order to optimize the basic parameters of soil water-physical properties. The object of research was modern methods of basic processing and their influence on the agro-reclamation state of irrigated soil. The purpose of the research is to determine the main directions for the formation of indicators of the technological regulation of the integrated assessment of various methods of tillage in the arid zone of the Volga region. The work methodology included schemes and methodology for conducting field experience using methods of basic soil treatment in irrigation of crops. Studies were carried out in 1993-2023 in typical irrigated crop rotations of Volga region farms, where long-term stationary field experiments on soil treatments were delivered and carried out: experimental production facilities of the Moscow Research and Development Institute in the Saratov region, the Zavolzhskaya experimental reclamation station in the Volgograd region, Astrakhan and Samara experimental reclamation stations. It was established that the main indicators of the technological regulations for the integrated assessment of various methods of soil cultivation should be based on the initial requirements and criteria for assessing the agrophysical state of the arable horizon of the main soil differences in the region, qualitative characteristics and energy and economic indicators. Taking into account the actual dynamics of agrophysical fertility indicators, an analysis of the agrotechnical requirements for the main tillage was carried out, regulating the implementation of technological operations on soils, taking into account permissible deviations from the norm. Based on a generalization of experience and analysis of many years of research, a technological regulation for a comprehensive assessment of various methods of soil cultivation with detailed tools for its application is proposed. It has been proven that the following main indicators should participate in assessing the quality of soil cultivation: the actual depth of cultivation and its uniformity; loosening characteristics: blockage coefficient, atomization coefficient, loosening coefficient and total crumbling index; bulk weight of soil, density of addition; grain size distribution reflecting the physical structure of the treated layer; preservation of stubble, sticking and clogging of tillage tools, etc. The indicators of economic and energy efficiency make it possible to identify the economic feasibility and energy significance of conducting a particular method of soil cultivation in irrigation conditions.

Keywords: irrigated agriculture, soil, methods of basic tillage, resource-saving technology, technological regulations

Введение. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, а также Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса на 2022-2031 годы, нацелены

на активное восстановление агресурсного потенциала орошаемого земледелия на современном технологическом уровне [1, 2].

При этом негативные последствия мелиорации приводят к физической деградации темно-каштановых и других почвенных разностей,

особенно их пахотных горизонтов. Это выражается в повышении глыбистости, уплотнении (до 1,3-1,5 г/см³), потере структуры, снижении фильтрации, образовании корки. На таких почвах увеличивается сток поливной воды, наблюдаются явления ирригационной эрозии [3, 4].



Одна из причин состоит в том, что на орошаемых землях доминирует традиционная система отвальной обработки почвы. Для нее характерны высокие затраты энергетических ресурсов. Эта система слабо препятствует процессам ухудшения плодородия почв, которые в большинстве своем являются трудно обратимыми.

Остроту денного вопроса в значительной мере можно снять путем использования почвозащитных (без оборота пласта) технологий обработки почвы. Их особенность заключается в том, что на поверхности почвы оставляется стерня в другие растительные остатки. Это предохраняет пахотный слой от различных видов эрозии.

Безотвальная обработка улучшает биологическую активность почвы, снижает распыленность верхнего горизонта и увеличивает ее водопроницаемость. По данным многих исследований обработка без оборота пласта позволяет существенно (на 20-30% уменьшить расход энергоресурсов. При безотвальной вспашке и других способах минимальной обработки продуктивность сельскохозяйственных культур в целом находится на таком же уровне, как и при традиционной обработке. Однако условия, при которых возможна почвозащитная обработка, выявлены пока не в полной мере [5, 6].

Другой вопрос, не менее важный, состоит в адаптации технологий к конкретным почвенно-климатическим условиям. Все агрономические приемы должны обеспечивать устойчивые результаты по сбору продукции на фоне основных вариаций природных факторов региона. Механические воздействия на почвенный покров применяются в очень сложной обстановке. Даже в пределах небольших географических районов существуют глубокие различия в гранулометрическом составе и других базовых свойствах почв [6].

Обработки почвы необходимо увязывать с севооборотами и целым рядом агротехнических приемов, используемых при возделывании сельскохозяйственных культур. Поэтому почвозащитные способы обработки почвы в реальной исполнению могут значительно отличаться от прототипов. Вместе с тем должны разрабатываться типичные или «усредненные» варианты обработок почвы [7, 8].

Способы обработки оказывает неодинаковое влияние на агрофизические и другие свойства пахотного горизонта. Тем не менее все они направлены на создание благоприятных условий для роста и развития растений как в течение одного сезона, так и на более длительную перспективу [9 — 14].

Существует широкая группа показателей, которые используются при оценке различных способов механического воздействия на почву. Однако они недостаточно полно учитывают специфику орошаемого земледелия.

Из сказанного следует, что разработка технологического регламента оценки различных способов обработки почвы имеет важное научное и практическое значение.

Цель и объект исследований. Цель настоящей работы заключалась в разработке технологического регламента оценки различных способов обработки почвы применительно к почвенно-климатическим условиям зоны Поволжья с учетом агроэкологических требований. При этом решались следующие задачи: Выявить критерии оценки агрофизического состояния пахотного горизонта основных

почвенных разностей региона. Разработать перечень показателей качества выполнения отдельных операций, входящих в традиционные и почвозащитные обработки почвы. Определить пути разработки нормативов допустимого антропогенного воздействия на почву при орошении с целью сохранения ее плодородия. Представить систему показателей для контроля степени деградации почвенного покрова и экологической устойчивости почв на орошаемых землях.

Объектом исследований являлись современные способы основной обработки и их влияние на агрономическое состояние орошаемой почвы для разработки технологического регламента их оценки.

Методика исследований. Исследования проводились в период 1993 — 2023 годы и продолжают по настоящее время в типовых орошаемых севооборотах в степной и сухостепной зонах Поволжья: опытно-производственное хозяйство ВолжНИИГиМ в Саратовской области, Заволжская опытно-мелиоративная станция в Волгоградской области, Астраханская и Самарская опытно-мелиоративные станции, где были заложены и проведены стационарные полевые опыты по обработкам почвы. Уровень плодородия почвы во многом определяется комплексом обработки почвы, поэтому для анализа агросурсного потенциала применена система оценочных показателей плодородия на примере темно-каштановых почв Заволжья. Методология работ включала схемы и общепринятую методику проведения полевого опыта с применением способов основной обработки почв при орошении сельскохозяйственных культур.

На основе анализа динамики состояния орошаемых земель рассмотрены основные проблемы и, с учетом агротехнологических факторов обработки почвы предложены пути их рационального использования, обоснованы научные подходы в соответствии с требованиями современной системы земледелия.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований разработан инструментарий для реализации регламентных требований по проведению обработки почв и качественным характеристикам.

Исходные показатели. Считаем, что для проведения объективной оценки в выборе различных способов обработки почвы, необходимы следующие сведения.

1. История поля (севооборот, предшествующая система обработки, возделываемая культура).
2. Влажность почвы на глубину предстоящей обработки, %
3. Количество пожнивных остатков на поверхности поля, г/м², шт./м²
4. Комковатость верхнего (0-5 см) слоя почвы, %.
5. Плотность сложения почвы на глубину обработки, г/см³.
6. Твердость почвы на глубину предстоящей обработки, кг/см².
7. Ботанический состав сорняков по видам, засоренность участка, шт./м².
8. Рекомендованные сроки работы.

Исходные показатели, собранные до проведения работ, помогут прогнозировать качество предстоящей обработки.

Показатели: влажность почвы, плотность, твердость почвы, количество сорных растений, наличие пожнивных остатков могут обуслов-

ливать целесообразность или бесполезность и даже вредность очередной обработки. Показатели, указанные в пунктах 2-7 получают экспериментальным путем.

Сроки обработки, выбор почвообрабатывающих машин согласовываются с технологической картой и зональными рекомендациями [15].

Важными являются сведения о почве: гранулометрический состав, связность, полевая влажность, плотность сложения и др.

Качественные показатели. В настоящее время для производственного контроля за качеством полевых работ рекомендуется руководствоваться «Типовой операционной технологией и правилами производства механизированных полевых работ». Однако отсутствие зональных параметров показателей качества не позволяет правильно оценить эффективность той или иной технологии или системы в целом [8, 16].

Наиболее полно оценка качества механизированных работ проводится при испытании новых образцов орудий и машин, используется ГОСТ 33736-2016 Техника сельскохозяйственная. Машины для глубокой обработки почвы, а также ГОСТ 33687-2015 Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний.

В оценке качества обработки почвы участвуют следующие основные показатели [3, 8, 12, 17].

Фактическая глубина обработки и её равномерность — это важнейший показатель. Неравномерность глубины, выходящая за границы допуска, создает разные условия плодородия, которые оказывают определенное влияние и в последующие годы. Глубина обработки обусловлена научной рекомендацией, учитывающей требования возделываемой культуры. Агротехническими требованиями к плоскорезующим почвообрабатывающим орудиям предъявляются условия обеспечения глубины обработки с отклонением от средней глубины не более ± 10% до 16 см; и ± 5 при заданной глубине 20 см (Сборник агротехнических требований на с.-х. машины и тракторы, 1982).

Допуски варьированности должны уточняться в соответствии с уровнем требований оценки. Глубина вспашки оценивается по методике ГОСТ 2911-54, при этом составляется ведомость (табл. 1).

Степень рыхления почвы. По данным проведенных исследований рекомендуется различать следующие характеристики рыхления: коэффициент глыбистости, коэффициент распыленности, коэффициент рыхления и общий показатель крошения, выражающийся отношением веса частиц определенного размера к общему весу пробы почвы.

Глыбистость, крошение, структурный состав обрабатываемого слоя являются взаимно связанной показателями физического состояния почвы, эти показатели зависят от генетических свойств почвы, влажности и твердости в момент обработки, типа рабочего органа, глубины обработки и скорости движения агрегата. Хорошее качество работы характеризуется отсутствием комков крупнее 4 см, удовлетворительное — наличие комков более 6 см, неудовлетворительное, когда на 1 м² имеется 10 глыб крупнее 6 см в диаметре. Кафедрой земледелия и методики опытного дела Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева разработаны градации глыбистости.





Глыбистость пашни определяется в баллах:

Глыбистость, %	Балл	Оценка
≤ 10,0	5	отлично
10,0 — 15,0	4	хорошо
15,1 — 20,0	3	удовлетворительно
20,1 — 25,0	2	плохо
≥ 25,0	1	очень плохо

Допустимым пределом глыбистости считается 10-15%. В соответствии с агротехническими требованиями к культиватору-плоскорезу глубокорыхлителью для обработки почвы до глубины 30 см рыхление должно способствовать образованию фракции почвы от 2 до 10 см. Количество глыб более 10 см не должно превышать 20%. Ведомость определения глыбистости поверхности пашни представлена ниже (табл.2).

Гребнистость — показатель слитности поверхности поля после обработки. Высокая гребнистость делает поле неровным, создаются неблагоприятные условия для работы посевных и уборочных агрегатов, увеличивается поверхность испарения влаги (табл. 3).

Крошение. За оптимальное крошение принимается состояние, когда 50% комков в обрабатываемом горизонте представлено размерами от 10 до 50 мм в диаметре. В пределах одной почвенной разности основными факторами определяющими качество крошения являются влажность, плотность почвы, глубина обработки. При равных условиях влажности крошение снижается с глубиной обработки за счет большей плотности нижних слоев почвы; при одинаковых показателях плотности и влажности, крошение увеличивается при увеличении скорости движения агрегата. При расчете % содержания фракций пользуются таблицей 4.

Твердость почвы понимается как сопротивление почвы проникновению в нее какого-либо тела в виде плунжера, выражается в кг/см². Твердость зависит от гранулометрического состава почвы, содержания гумуса, обменных оснований, влажности и плотности почвы. Н.А. Качинским разработана шкала твердости почв при их воздушно-сухом состоянии.

Почва:

1.	Слитная твердость	100 кг/см ²
2.	Весьма плотная *-	50-100 кг/см ²
3.	Плотная *-	30-50 кг/см ²
4.	Плотноватая *-	20-30 кг/см ²
5.	Рыхловатая *-	10-20 кг/см ²
6.	Рыхлая *-	10 кг/см ²

Твердость почвы находится в тесной связи с удельным сопротивлением почвы и используется очень часто при определении энергоемкости процесса обработки (табл. 5).

Твердость и плотность сложения почвы являются показателями, определяющими цель технологической операции — почву целесообразно рыхлить или уплотнять. Если плотность почвы от 10 до 20 кг/см², то затрачиваются наибольшие усилия.

Плотность сложения почвы — это показатель, по которому судят о физическом строении обрабатываемого слоя, определяется в полевых условиях без нарушения ее сложения. Наиболее благоприятные условия для прорастания семян и роста зерновых культур складываются при плотности почвы, близкой к равновесной, на черноземных почвах 1,0-1,1 г/см³.

Принято отбирать образцы по методу Н.А. Качинского. Представляем форму таблицы 6 для удобства расчета плотности сложения почвы.

Структурный состав верхнего 0-5 см слоя почвы определяется для вычисления ветроустойчивости поверхности поля после очередной обработки. Исследованиями установлена зависимость — чем выше комковатость, тем меньше частиц перекачивается по поверхности, то есть ниже эродированность поля. Для удобства заполнения таблицу 7 по следующей форме.

Сохранение стерни определяется чаще всего весовым методом (ОСТ 70.4.2-80). Количество пожнивных остатков определяется для характеристики ветроустойчивости поверхности. Ведомость расчета сохранения стерни представлена в таблице 8.

Залипаемость и забиваемость орудий указывает на крайний верхний предел влажности почвы, её физической спелости к моменту обработки (табл. 9, 10).

При такой влажности пласт почвы не крошится, а спадает с рабочих органов орудий и при высыхании образуется слитная поверхность почвы, которая также требует дополнительной обработки как и при большой глыбистости. Орудия могут забиваться почвой, смешанной с пожнивными остатками и вызывать сгуживание и уплотнение почвы.

Использование экономических и энергетических показателей дает возможность выявить экономическую целесообразность и энергетическую значимость проведения того или иного способа обработки почвы в условиях орошения. Экономический потенциал измеряется экономическим эффектом, который может быть достигнут при получении практических результатов. Исходные требования позволяют оптимизировать способы обработки почвы с точки зрения их агроэкологической значимости и экономической целесообразности.

Таблица 1. Ведомость определения глубины обработки
Table 1. Machining depth determination list

Марка машины	Дата		
Место работы	Скорость		
Вид работы			
Измерения	Глубина обработки, см		
	Повторности (проходы агрегата)		
	1	2	3
...			

Таблица 2. Ведомость определения глыбистости поверхности пашни
Table 2. List of arable land surface blockage determination

Наименование орудия _____
Место проведения работы _____
Дата _____

5 — 10 см			10 — 15 см			15 — 25 см			25 — 40 см		
длина	ширина	площадь	длина	ширина	площадь	длина	ширина	площадь	длина	ширина	площадь

Таблица 3. Ведомость определения гребнистости пашни
Table 3. List of arable land comb determination

Вид работы	Дата								
Измерения	Высота гребней, см	Свальные гребни, см				Развальные борозды, см			
		высота		ширина		глубина		ширина	
		...							



Годовой экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$\text{Э год} = \text{ЧД} \times \text{У} - \text{С}, \quad (1)$$

где Э год -- годовой экономический эффект; ЧД -- чистый доход; У -- валовая продукция в зональных закупочных ценах или ценах фактической реализации; С -- издержки производства.

Целесообразно проводить оценку разрабатываемых агромероприятий по совокупности

затрат энергии на производство единицы продукции. К основным энергетическим показателям следует отнести затраты совокупной энергии, мдж/га; совокупные затраты энергии на единицу продукции, мдж/т; энергетическая ценность урожая в обменной энергии, мдж/га [9].

Таким образом, стройная система основных показателей, характеризующих сложение пахотного слоя и основных водно-физических параметров почвы в виде оценочной шкалы по

комплексной оценке различных способов обработки почвы включает в себя основные качественные показатели различных способов обработки почвы: содержание агрономически ценной структуры, %; содержание гумуса, %; водопроницаемость, мм/час; плотность сложения, г/см³; твердость почвы, кг/см² [3, 9, 11].

В таблице 11 представлены оптимальные значения основных показателей, характеризующих изменение плодородия почвы под влиянием различных способов её обработки.

Таблица 4. Крошение почвы, содержание фракций, %
Table 4. Soil crumbling, fractions content, %

Дата	Объем ящика				Кр., %	К, гл
Вид обработки						
№ пробы	Масса фракции, кг					
	>10 мм	10-25 мм	25-50 мм	50-100 мм		
...						

Таблица 5. Ведомость определения твердости почвы
Table 5. Soil hardness determination sheet

Диаметр плунжера		Участок								
Орудие, машина		№ или усилие пружины								
Дата		Масштаб пружины								
Номер участка, вариант	Глубина взятия проб	Средняя высота, ординаты по повторностям							Средняя высота, ордината	Средняя твердость почвы, кг/см ²
		1	2	3	4	5	6	сумма		
...										

Таблица 6. Расчет плотности сложения почвы, г/см³
Table 6. Calculation of soil addition density, g/cm³

Дата	Место проведения замеров								
Объем цилиндра									
№ измерений	Горизонт	№ стакана	Вес стакана с почвой, г	Вес стакана, г	Вес стакана с сухой почвой, г	Потеря воды, г	Влажность, %	Плотность сложения, г/см ³	
...									

Таблица 7. Ведомость для расчета структурного состава почвы
Table 7. Ведомость для расчета структурного состава почвы

Дата	№ поля											
№ пробы, фракции, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	х	
Масса образца:												
Масса >1 мм												
Масса <1 мм												

Таблица 8. Ведомость расчета сохранения стерни
Table 8. Stubble retention calculation sheet

Марка машины		Место опыта	
Вид работы		Дата	
№ рамки	Вес стерни с учетной площади, г		Сохранение стерни, %
	до прохода орудия	после прохода орудия	
1			
:			
Сумма среднее			



Таблица 9. Ведомость измерения забиваемости рабочих органов
Table 9. List of measurement of clogging capacity of working elements

Наименование рабочего органа					
Место проведения работ					
Дата					
Вспучивание (сильное, слабое, редкое, частое)	Количество самоликвидирующихся заторов на длине гонов	Забивания			
		длина пути до забивания, м	на каком рабочем органе началось забивание	сколько рабочих органов забились	причина забивания

Таблица 10. Ведомость измерения залипания рабочих органов
Table 10. List of measurement of working elements sticking

Наименование рабочего органа				
Место проведения работ				
Дата				
№, повторность	Длина проведенного пути	Толщина налипшего слоя, мм	Площадь залипания	Вес налипшей почвы

Таблица 11. Основные показатели комплексной оценки различных способов обработки темно-каштановых почв (активный слой 0-30 см)
Table 11. Key indicators of comprehensive assessment of various methods of treatment of dark chestnut soils (active layer 0-30 cm)

Показатели	Виды обработки почвы			
	Отвальная вспашка 27 — 30 см	Плоскорезная обработка 27 — 30 см	Трехъярусная вспашка 27 — 30 см	Дискование 12 — 14 см
Содержание агрономически ценной структуры, % (сухое рассеивание) мокрое	<u>47,0 — 50,0</u> 21,4	<u>48,0 — 52,0</u> 23,1	<u>50,0 — 54,0</u> 22,4	<u>51,0 — 55,0</u> 22,2
Содержание гумуса, %	3,0 — 3,5	3,5 — 4,0	3,5 — 4,0	3,5 — 4,0
Водопроницаемость, мм/час (в первый)	90,0 — 100,0	100,0 — 120,0	90,0 — 100,0	90,0 — 95,0
Плотность сложения, г/см ³	1,15 — 1,27	1,20 — 1,27	1,20 — 1,25	1,20 — 1,27
Твердость почвы, кг/см ²	4,5	4,7	3,2	5,1

Научно обоснованное сочетание различных способов обработки почвы в севообороте при орошении, позволяет не только сохранить имеющийся уровень плодородия, но в сочетании способствовать значительному увеличению его потенциальных значений.

По данным таблицы 11, значения плотности почвы на посевах сельскохозяйственных культур — 1,15-1,27 г/см³. Изменение этого показателя в более широких пределах негативно влияет на основные водно-физические свойства почвы. Оптимальные значения водопроницаемости темно-каштановых почв Поволжского региона находятся в интервале 90,0-120,0 мм/час (в пер-

вый час). Безотвальная плоскорезная обработка почвы способствует сохранению агрономически ценной структуры почвы (слой 0-30 см), а в конечном итоге — повышению её водопроницаемости, что благотворно влияет на суммарное водопотребление с.-х. культур.

При безотвальных и поверхностных обработках происходит увеличение содержания гумуса и повышение общего плодородия почв. Поэтому в условиях орошения применение поверхностных и безотвальных обработок будет способствовать увеличению содержания водопрочных агрегатов в активном слое, т.е. снижению эрозионной опасности.

Снижение механического воздействия на почвенный профиль при безотвальных обработках позволяет оптимизировать основные её агрофизические показатели, определяющие активное плодородие корнеобитаемого слоя. Так, при плоскорезной обработке почвы происходит поступательное увеличение содержания водопрочной структуры, что особенно ценно в условиях орошения темно-каштановых почв. Средний показатель суммы водопрочных агрегатов при отвальной вспашке почвы (слой 0-30 см) составляет 21,4%, а при плоскорезной обработке 27-30 см — 23,1%.

Обобщая выше изложенный материал, представляется возможным дать схематическое построение технологического регламента, включающего в себя основные агротехнологические и управленческие блоки информации: агрофизические показатели почвы; агротехнические требования к обработке почвы; исходные требования с объекта; качественные показатели при различных способах обработки почвы; оценочная шкала по комплексной оценке обработки почвы (рис. 1).

Заключение (выводы). На данном этапе широко применяются методы бальной оценки качества обработки однако необходима разработка единого подхода. Комплексная оценка выводится на основании весомости каждого показателя в соответствующем технологическом режиме, определяемом регламентом. Анализ исследований физико-механических и технологических параметров в различных почвенно-климатических условиях позволит научно обоснованно решать вопросы совершенствования технологий обработки почвы и на этой основе



Рисунок. Структура технологического регламента комплексной оценки способов обработки почвы
Figure. Structure of technological regulations for comprehensive assessment of soil treatment methods



оптимизировать основные параметры водно-физических свойств почв, обеспечить сохранение благоприятной эколого-мелиоративной обстановки.

Представленная структура технологического регламента позволяет принимать решения по проведению технологических операций в зависимости от состояния объекта (поля), агротехнических требований и качественных агрофизических показателей применительно к различным способам обработки почвы на орошаемых землях.

Список источников

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы».
2. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 года № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса на 2022 — 2031 годы».
3. Шадских В.А., Кизжаева В.Е. Использование агроэкологических приемов основной обработки темно-каштановой почвы для оптимизации ее водно-физических свойств // *Аграрный научный журнал*. 2014. № 1. С. 45-47.
4. Шадских В.А., Кизжаева В.Е., Рассказова О.Л. Влияние способов основной обработки на агрофизические свойства темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2019. № 3 (35). С. 123-135 DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-123-135.
5. Витер А.Ф. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия. Москва: Инфра-М, 2023. 173 с.
6. Шевцов Н.М. Обработка и жизнь почвы в культуре современного земледелия. Москва: ИПЦ Маска, 2011. 358 с.
7. Бабичев А.Н., Бабенко А.А. Влияние различных типов и видов мелиорации на восстановление и повышение плодородия деградированных почв // *Мелиорация и гидротехника*. 2022. Т. 12, № 1. С. 157-176. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-157-176>.
8. Шадских В.А., Кизжаева В.Е. Экологически обоснованные ресурсосберегающие агротехнические мероприятия для повышения плодородия орошаемых почв Поволжья // *Московский экономический журнал*. 2022. Т. 7. № 6. <http://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-6-2022-15/> DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_6_345.
9. Шадских В.А., Кизжаева В.Е. Комплексная оценка эффективности агротехнических мероприятий в типовом севообороте при орошении в Поволжье // *Мелиорация и гидротехника*. 2022. Т. 12, № 2. С. 20-33 <http://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-2-20-33>.
10. Деревягин С.С., Азизов З.М., Денисов К.Е. Основная обработка почвы как важнейший фактор органического земледелия в засушливых условиях Нижнего Поволжья // *Аграрные конференции*. 2021. № 4 (28). С. 1-19.
11. Бурдуковский М.Л., Тимофеева Я.О., Голов В.И., Киселева И.В., Тимошинов Р.В. Динамика реакции почвенной среды, структурно-агрегатного состояния и за-

пасов углерода агротемногумусовых подбелов в ходе постарогенного развития // *Почвоведение*. 2022. № 12. С. 1505-1513.

12. Максимович К.Ю., Каличкин В.К., Васильева Н.В. Органическое земледелие в лесостепи Западной Сибири: основная обработка почвы под яровую пшеницу // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022. № 6 (98). С. 26-30.

13. Боев У.А. Основная обработка почвы под посев кукурузы // *Цифровая наука*. 2023. № 4. С. 4-8.

14. Lockeretz, W. (Ed.). (2007). *Organic Farming: An International History*. Wallingford, UK: CABI. (Локеретц, В. (Ред.). (2007).

15. Бердышев В.Е., Валиев А.Р., Дмитриев А.В. [и др.] *Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие машины*. Учебное пособие. Москва, 2022. 292 с.

16. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Шумаков А.В. Влияние приемов основной обработки почвы на макроструктуру чернозема типичного // *Почвоведение*. 2021. № 10. С. 1195-1206.

17. Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Оксукбаева А.М. Основная обработка почвы и формирование азотного режима в системе точного земледелия // *Земледелие*. 2022. № 3. С. 32-35.

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoi Federatsii ot 25 avgusta 2017 g. N 996 «Ob utverzhdenii Federal'noi nauchno-tehnicheskoi programy razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017-2025 gody» [Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996 «On Approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025»].
2. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 maya 2021 goda № 731 «O Gosudarstvennoi programme effektivnogo вовлечения в оборот земель sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa na 2022 — 2031 gody» [Decree of the Government of the Russian Federation of May 14, 2021 No. 731 «On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Land and the Development of the Reclamation Complex for 2022-2031»].
3. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E. (2014). *Ispol'zovanie agroekologicheskikh priemov osnovnoi obrabotki temno-kashtanovoi pochvy dlya optimizatsii ee vodno-fizicheskikh svoystv* [Use of agroecological techniques of the main treatment of dark chestnut soil to optimize its water-physical properties]. *Agrarnyye nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal], no. 1, pp. 45-47.
4. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Rasskazova O.L. (2019). *Vliyaniye sposobov osnovnoi obrabotki na agrofizicheskie svoystva temno-kashtanovoi pochvy Saratovskogo Zavolzh'ya* [The influence of methods of basic processing on the agro-physical properties of dark chestnut soil of the Saratov Volga region]. *Nauchnyy zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii* [Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of melioration], no. 3 (35), pp. 123-135/ DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-123-135.
5. Viter A.F. (2023). *Obrabotka pochvy kak faktor regulirovaniya pochvennogo plodorodiya* [Tillage as a factor in soil fertility regulation]. Moscow: *Infra-M*, 173 p.
6. Shevtsov N.M. (2010). *Obrabotka i zhizn' pochvy v kul'ture sovremennogo zemledeliya* [Soil cultivation and life in the culture of modern agriculture], Moscow, 358 p.
7. Babichev A.N., Babenko A.A. (2022). *Vliyaniye razlichnykh tipov i vidov melioratsii na vosstanovlenie i povysheniye*

plodorodiya degradirovannykh pochv [Influence of various types and types of m-lyation on restoration and increase of fertility of degraded soils]. *Melioratsiya i gidrotehnika* [Reclamation and hydraulic engineering], vol. 12, no. 1, pp. 157-176. <http://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-157-176>.

8. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E. (2022). *Ehkolozhicheskiy obosnovaniye resurso-sberegayushchie agrotekhnicheskie meropriyatia dlya povysheniya plodorodiya oroshaemykh pochv Povolzh'ya* [Environrmentally sound resource-saving agrotechnical measures to increase the fertility of irrigated soils in the Volga region]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], vol. 7, no. 6. <http://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-6-2022-15/> DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_6_345.

9. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E. (2022). *Kompleksnaya otsenka effektivnosti agrotekhnicheskikh meropriyatii v tipovom sevooborote pri oroshenii v Povolzh'e* [Comprehensive assessment of the effectiveness of agrotechnical measures in typical crop rotation during irrigation in the Volga region]. *Melioratsiya i gidrotehnika* [Reclamation and hydraulic engineering], vol. 12, no. 2, pp. 20-33. <http://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-2-20-33/>

10. Derevyagin S.S., Azizov Z.M., Denisov K.E. (2021). *Osnovnaya obrabotka pochvy kak vazhneishii faktor organicheskogo zemledeliya v zasushliviye uslo-viyakh Nizhnego Povolzh'ya* [The main tillage as the most important factor of organic agriculture in the arid conditions of the Lower Volga region]. *Agrarnyye konferentsii* [Agricultural conferences], no. 4 (28), pp. 1-19.

11. Burdukovskii M.L., Timofeeva YA.O., Golov V.I., Kiseleva I.V., Timoshinov R.V. (2022). *Dinamika reaktsii pochvennoi sredy, strukturno-agregatnogo sostoyaniya i zapasov ugleroda agrotomnogumusovykh podbelov v khode postarogennogo razvitiya* [Dynamics of the reaction of the soil environment, structural and aggregate state and carbon reserves of agrotomnogumus subbels during post-gro-genic development]. *Pochvovedenie*. [Soil science], vol. 12, pp. 1505-1513.

12. Maksimovich K.YU., Kalichkin V.K., Vasil'eva N.V. (2022). *Organicheskoe zemledelie v lesostepi Zapadnoi Sibiri: osnovnaya obrabotka pochvy pod yarovuyu pshenitsu* [Organic agriculture in the forest-steppe of Western Siberia: the main tillage for spring wheat]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia of the Orenburg State Agrarian University], no. 6 (98), pp. 26-30.

13. Boev U.A. (2023). *Osnovnaya obrabotka pochvy pod posev kukuruzy* [Basic soil cultivation for sowing corn]. *Tsifrovaya nauka* [Digital science], no. 4, pp. 4-8.

14. Lockeretz, W. (Ed.). (2007). *Organic Farming: An International History*. Wallingford, UK: CABI. (Lokeretz, V. (Red.). (2007).

15. Berdyshchev V.E., Valiev A.R., Dmitriev A.V. [et al.] (2022). *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny. Pochvoobrabatyvayushchie mashiny* [Agricultural vehicles], *Uchebnoe posobie*, Moscow, 292 p.

16. Dubovik E.V., Dubovik D.V., Shumakov A.V. (2021). *Vliyaniye priemov os-novnoi obrabotki pochvy na makrostrukturu chernozema tipichnogo* [Influence of methods of osnovnoy tillage on the macrostructure of typical chernozem]. *Pochvovedenie* [Soil management], no. 10, pp. 1195-1206.

17. Abramov N.V., Semizorov S.A., Oksukbaeva A.M. (2022). *Osnovnaya obrabotka pochvy i formirovaniye azotnogo rezhima v sisteme tochnogo zemledeliya* [Basic soil cultivation and the formation of a nitrogen regime in the system of precision agriculture]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 3, pp. 32-35.

Информация об авторах:

Шадских Владимир Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-3848-8485>, SPIN-код: 9501-6019, Author ID: 476506, Scopus ID 57224995135, shadskva@mail.ru

Кизжаева Вера Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5319-3112>, SPIN-код: 6754-5928, Author ID: 507311, Scopus ID 57224992060, ave.61@mail.ru

Ененко Светлана Валерьевна, младший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-3521-257X>, SPIN-код: 6704-8950, Author ID: 96090, sveta01091988@mail.ru

Information about the authors:

Vladimir A. Shadskikh, doctor of agricultural sciences, professor, honored worker of agriculture of the russian federation, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-3848-8485>, shadskva@mail.ru

Vera E. Kizhaeva, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5319-3112>, ave.61@mail.ru

Svetlana V. Enenko, junior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-3521-257X>, sveta01091988@mail.ru

