

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева»  
(ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП»)**



## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОХРАНЕНИЮ И РАСШИРЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЧЗ**

Каменная Степь 2019

УДК631.452 : 631.445.4

ББКП14

Р 36

**Рекомендации по сохранению и расширенному воспроизводству плодородия черноземов ЦЧЗ/ Каменная Степь, 2019 – 30 с.**

Авторский коллектив:

Турусов В.И., Новичихин А.М., Гармашов В.М., Богатых О.А., Чеканышкин А.С., Беспалов В.А., Пискарева Л.А.

На основе обобщения научных опытов, проведенных в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, показана роль различных видов органического удобрения, минеральных туков, сельскохозяйственных культур и севооборотов, приемов механической обработки почвы, лесозащитных насаждений на изменение потенциального и эффективного плодородия черноземов Воронежской области. Приведены мероприятия по мелиорации кислых и засоленных почв. Оценено влияние орошения на плодородие черноземов.

Рекомендации рассчитаны на специалистов сельского хозяйства, преподавателей и студентов агрономических специальностей.

Рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании ученого совета ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП» (протокол № 6 от 15 июня 2018 г.)

УДК 631.452:631.445.4

ББК П14

Р 36

## Содержание

Введение	4
1. Применение органических удобрений	5
2. Применение минеральных удобрений	8
3. Сельскохозяйственные культуры – как источник воспроизводства органического вещества почвы	9
4. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия черноземов при основной обработке почвы	13
5. Влияние лесозащитных насаждений на плодородие почв	19
6. Мелиорация кислых почв	21
7. Мелиорация засоленных почв	24
8. Влияние орошения на плодородие почвы	27
Заключение	29

## Введение

На территории Центрально-Черноземной зоны под влиянием почвообразовательного процесса сформировались черноземные почвы, отличающиеся высоким естественным плодородием. Содержание гумуса на нераспаханных участках в верхнем слое почвы составляет 10-12 %, а количество валового азота достигает 0,6 %. Формирование высокоплодородных почв было обязано разнотравно-степной растительности, механическому составу материнской породы и благоприятным для процессов гумусообразования климатическим условиям, характерной особенностью которых является чередование периодов оптимального увлажнения почвы с повторяющимися периодами её иссушения.

Распашка почв и вовлечение их в сельскохозяйственное производство обуславливает отчуждение части синтезируемой солнцем органической массы, а вместе с ней и элементов почвенного питания растений. В результате аккумулятивная направленность почвенных процессов сменяется расходом ранее накопленных органических соединений.

Изменения количества гумуса в пахотном слое почв Центрального Черноземья за прошедшие 130 лет наглядно прослеживаются при сопоставлении двух схематических почвенных карт. Одна из них составлена В.В. Докучаевым в 1882 году, вторая – в настоящее время по материалам Государственных центров агрохимической службы «Воронежский», «Белгородский», «Курский», «Липецкий», «Тамбовский» и др. На карте В.В. Докучаева преобладали почвы с содержанием гумуса от 7 до 10%, при этом на значительной площади оно соответствовало 10-13%. Сейчас земель, содержащих такое количество гумуса, в ЦЧЗ не осталось. Значительно уменьшилась площадь почв, содержащих от 7 до 10% гумуса, резко возросло количество земель с содержанием гумуса 4-7% и появились почвы, содержащие всего 2-4%.

Главная причина постепенного оскудения черноземов (кроме эрозии) – это несбалансированность почвенных процессов при сельскохозяйственном использовании земель, при которых количество питательных веществ, выносимых с продукцией сельскохозяйственных культур из почвы, превышает их поступление в почву с удобрениями, семенами, космической пылью, атмосферными осадками и др.

Поэтому, чтобы предотвратить дальнейшее падение гумусированности и стабилизировать почвенные процессы, необходимо добиваться 100%-ного возврата отчуждаемых с урожаем элементов питания и, главным образом, азота.

Настоящие рекомендации, составленные на основе исследований НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, представляют изложение основных принципов сохранения и расширенного воспроизводства плодородия черноземов Центрально-Черноземной зоны при их сельскохозяйственном использовании.

## 1. Применение органических удобрений

Применение органических удобрений – наиболее радикальный прием, направленный на увеличение потенциального и эффективного плодородия почв. Результаты исследований проведенных во многих регионах, как у нас в стране, так и за рубежом свидетельствуют, что систематическое внесение навоза в почву способствует увеличению содержания гумуса в ней, улучшению агрофизических, биологических и агрохимических свойств и, как следствие, значительному повышению продуктивности и качества сельскохозяйственных культур.

**Заготовка навоза.** По срокам приготовления и использования различают четыре вида подстилочного навоза в зависимости от степени его разложения.

1. *Свежий слаборазложившийся навоз.* Солома в нем незначительно изменяет цвет и прочность.

2. *Полуперепревший навоз.* В таком навозе солома имеет темно-коричневый цвет, теряет прочность и легко разрывается. В этой стадии разложения навоз теряет 10-30 % первоначального веса и примерно такое же количество органического вещества.

3. *Перепревший навоз.* Это однородная масса. Солома разлагается настолько, что нельзя обнаружить отдельные соломинки. При такой степени разложения теряется около 50 % веса сухого органического вещества.

4. *Перегной* – рыхлая твердая масса. Навоз теряет до 75 % веса и сухого органического вещества. Поэтому не следует навоз доводить до перепревшего состояния и перегной, поскольку при длительном хранении навоза теряется органическое вещество и значительное количество азота (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание азота и фосфора в навозе КРС, на соломенной подстилке, %

Навоз	Азот	Фосфор	Потери органического вещества
Свежий	0,52	0,25	-
Полуперепревший	0,60	0,38	29,0
Перепревший	0,66	0,43	47,2
Перегной	0,73	0,48	62,4

Известны три способа хранения навоза: рыхлый или горячий, когда навоз не уплотняется; горячепрессованный, когда навоз рыхлой укладки разогревается до 50-60°, затем уплотняется; холодный или плотный способ хранения.

Лучшее качество навоза получается при его хранении холодным способом, т. е. когда после удаления с животноводческих ферм он укладывается в штабеля в уплотненном состоянии. При рыхлом хранении навоза теряется 35-37 % органического вещества и 30-33 % азота. При горячепрессованном и плотном

хранении теряется, соответственно, органического вещества 24-25 и 11-13; азота 21-22 и 10-11%.

Во время хранения нельзя допускать зарастания сорняками навозного штабеля. Сорняки необходимо своевременно обкашивать или уничтожать гербицидами. Недопустимо хранить навоз мелкими кучками. При таком хранении почти полностью теряется аммиачный азот, а другие питательные вещества легко вымываются дождевыми и талыми водами.

**Сроки внесения и способы заделки навоза.** Наиболее эффективные срок и способ внесения подстилочного навоза в почву является осеннее его равномерное разбрасывание по площади поля с немедленной заделкой в почву плугом на глубину 25-27 см. Перенос внесения навоза на весенний период допустим в паровое поле, но сроки его внесения должны быть ограничены до середины мая. Заделка навоза в почву дисковыми орудиями снижает его эффективность из-за потерь аммиачного азота из навоза при такой заделке.

**Дозы внесения навоза в севообороте.** По данным исследований НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева для стабилизации содержания гумуса в почве на исходном уровне, уровень плодородия одного гектара севооборотной площади органическими удобрениями должен составлять 7-8 тонн, то есть за ротацию 10-польного севооборота необходимо внести 70-80 т/га навоза. Основным местом внесения навоза является паровое поле. Дозы внесения подстилочного навоза в паровое поле составляют 30-40 т/га. После насыщения паровых полей навозом, рекомендуется его внесение и непосредственно под культуры в дозах, приведенных в таблице 2.

Таблица 2. – Рекомендуемые дозы внесения подстилочного навоза под различные сельскохозяйственные культуры, т/га

Культуры	Подстилочный навоз
Озимая пшеница	20
ячмень	20
Кукуруза на силос	40
Сахарная свекла	40
Кормовая свекла	40

**Бесподстилочный навоз.** Бесподстилочный навоз, побочный продукт современных животноводческих комплексов, представляет собой весьма ценное местное органическое удобрение содержащее азот, фосфор, калий и оказывающее положительное влияние на плодородие черноземов и урожайность сельскохозяйственных культур. В бесподстилочном навозе более половины азота находится в доступной форме, в которой он хорошо усваивается растениями в первый год. Остальное количество азотно-белковых соединений в последующие годы также становится доступным растениям по мере минерализации ор-

ганического вещества. Содержащийся в навозе фосфор органических соединений используется растениями лучше, чем фосфор минеральных удобрений. Калий в жидком навозе представлен исключительно растворимой формой и поэтому он легко усваивается растениями.

**Дозы внесения бесподстилочного навоза.** Дозы жидкого навоза устанавливаются с учетом потребности культуры в азоте и содержания его в навозе, т.к. азот навоза оказывает наибольшее влияние на величину урожая (табл. 3).

Таблица 3 – Рекомендуемые дозы внесения бесподстилочного навоза, т/га

Культура	Доза бесподстилочного навоза
Озимая пшеница	60
Ячмень	60
Яровая пшеница	60
Кукуруза на силос	90
Сахарная свекла	120
Кормовая свекла	120

**Способы внесения в почву бесподстилочного навоза.** Применяется несколько способов внесения в почву бесподстилочного навоза. Прежде всего, вывозка цистернами. Это наиболее старый и давно известный метод, при котором для закачки жидкого навоза из навозохранилища, транспортирования и внесения его в почву используется трактор с бочкой. Данный метод целесообразно применять при малых объемах навоза, коротком плече его перевозки и достаточно большом удалении населенных пунктов по направлению господствующих ветров.

Также распространено применение специальных самоходных машин для внесения жидкого навоза (террагаторов) и звена автоцистерн, которое занимается подвозкой навоза для бесперебойной работы этих машин. Этот метод является сложным с логистической точки зрения и достаточно затратным, но, учитывая специфику данных машин, может использоваться при внесении навоза в качестве подкормки по пласту многолетних трав или по озимым культурам.

Использование шланговых систем – наименее затратный и наиболее простой, эффективный, современный метод для равномерного внесения больших объемов жидкого навоза заданными нормами при достаточно большом удалении полей от навозохранилищ. Данная система включает в себя насосную станцию, подающую жидкий навоз в напорную магистраль; барабаны со шлангами, из которых составляется данная магистраль (транспортировщики шлангов); инжектор для внесения жидкого навоза. Комплект оборудования работает на удалении до 4 км. При необходимости можно использовать промежуточные насосные станции и удлинять систему для работы на рас-

стояние до 8-12 км. При использовании шланговых систем существуют поверхностный и внутрипочвенный способы внесения навоза.

Поверхностный способ позволяет равномерно распределять навоз по поверхности почвы и заделывать его спустя некоторое время. В данном случае немедленная заделка внесенного навоза невозможна из-за находящегося на рабочем участке подающего шланга и повышенной влажности поверхности поля.

При внутрипочвенном способе внесения навоз распределяется внутри слоя почвы. В зависимости от стоящей задачи глубина заделки регулируется и может достигать 40 см и более. Как правило, при малых и средних дозах навоз размещается в почве на глубине 5 -18 см, а при увеличении норм внесения пропорционально возрастает и глубина заделки.

**Однако следует отметить, что возможности животноводства в последние два десятилетия не позволяют рассчитывать на применение существенных объемов навоза в современной земледелии. Поэтому сохранение и расширенное воспроизводства плодородия черноземов нельзя достичь только за счет применения органических удобрений. Необходимо вовлекать другие действенные приемы, позволяющие сдерживать процессы деградации почв.**

## 2. Применение минеральных удобрений

Одним из способов возврата отчуждаемых с урожаями растений элементов питания является применение минеральных удобрений. За счет использования их в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур пополняются почвенные запасы питательных веществ, обеспечивающие увеличение урожайности как основной, так и побочной продукции.

Результаты исследований, проведенные в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, показали, что ежегодное в течение 12- и лет применение минеральных удобрений по  $N_{60}P_{60}K_{60}$  под все культуры 10-польного зернопропашного севооборота обеспечило на 0,13% более высокое содержание гумуса в слое почвы 0-40 см по сравнению с не удобряемой почвой (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние систематического (в течение 12-ти лет) применения минеральных удобрений на содержание гумуса в почве

Вариант опыта	Слой почвы, см			
	0-20	20-30	30-40	0-40
Внесение минудобрений ежегодно по $N_{60}P_{60}K_{60}$	7,57	7,40	6,60	7,28
Без удобрений	7,47	7,28	6,38	7,15



В пересчете на запасы гумуса 0,13 % для слоя почвы 0-40 см составляет 5,2 т/га. Это значит, что при возделывании сельскохозяйственных культур почва, не удобряемая минеральными удобрениями, ежегодно расходовала на 430-440 кг/га гумуса больше, чем почва, ежегодно получавшая по 60 кг/га азота, фосфора и калия.

Урожайность сельскохозяйственных культур на фоне ежегодного применения минеральных удобрений в среднем за 12 лет проведения опыта составила 48,4 кормовых единиц (к.е.) с гектара, а на фоне без удобрений – 40,4 к.е./га.

За счет увеличения объемов применения минеральных удобрений можно обеспечить полный возврат в почву отчуждаемых с урожаями культурных растений почти всех элементов минерального питания, за исключением самого главного – азота. Достоверно установлено, что чем больше вносится в почву азота с минеральными удобрениями, тем больше его теряется на денитрификацию, вымывание в грунтовые воды и поверхностный смыв. Поэтому внесением минеральных удобрений совместно с теми дозами органических удобрений, которые может обеспечить животноводство на современном этапе развития, невозможно обеспечить полный возврат питательных веществ, отчуждаемых с урожаями сельскохозяйственных культур. Для сохранения и расширенного воспроизводства плодородия черноземов необходимо вовлечение других почвосберегающих приемов земледелия.

Для стабилизации плодородия и обеспечения расширенного производства, снижения дефицита питательных веществ, нами разработана система применения современных удобрений, агрохимикатов и управления продукционным процессом (табл.5). В ней уровень удобренности минеральными удобрениями составляет 134 кг/га в д.в., навозом – 2,5-3,5 т/га. При этом предлагается ряд агрохимикатов для включения в технологии возделывания с/х культур при обработке семян и с некорневыми подкормками.

### **3. Сельскохозяйственные культуры – как источник воспроизводства органического вещества почвы**

Научно обоснованное чередование культур в севообороте, основанное на биологизации и широком биоразнообразии культур, является одним из основных приемов воспроизводства плодородия почвы.

В решении проблемы повышения и восстановления плодородия почвы наиболее действенным агротехническим комплексом являются севообороты.

В решении проблемы регулирования плодородия почвы важная роль принадлежит севооборотам. Среди агротехнических мероприятий они занимают особое место не только по степени влияния на урожай сельскохозяйственных культур, но и по широте и разнообразию действия.

Таблица 5 – Система применения удобрений и агрохимикатов в классическом севообороте Воронежской области

Культура севооборота	Внесение удобрений и агрохимикатов					
	под основную обработку	обработка семян	в рядки	некорневая подкормка		
				1	2	3
Чистый пар	Навоз 20-30 т/га	-	-	-	-	-
Озимая пшеница	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Аквамикс	-	N <sub>30</sub>	Лигногумат, Акварин, Гуми 20 М	N <sub>30</sub>
Сахарная свекла	N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	Биобарс М, Авибиф	-	Лигногумат, Авибиф, АминоТотал и др.	Лигногумат, Авибиф, АминоТотал и др.	Лигногумат, Авибиф, АминоТотал и др.
Ячмень	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Аквамикс	-	Акварин, Биогор	-	-
Горох	-	Ризобакт	-	-	-	-
Озимая пшеница	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Аквамикс	-	N <sub>30</sub>	Лигногумат, Акварин, Гуми 20 М	N <sub>30</sub>
Кукуруза	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Ормис МЭ, Релисид	Изи Старт МЭ-Макс+БС	Лигногумат, Микрофид, Лиф Дрип	Лигногумат, Полиферт	-
Подсолнечник	-	-	P <sub>10</sub>	Лигногумат, Алга 1000, Терра Сорб Комплекс и др.	Лигногумат, Алга 1000, Терра Сорб Комплекс и др.	-

При разработке схем севооборотов, во всех агроэкологических районах, для всех групп земель, в основу чередования культур были положены принципы:

- регулирование водного баланса в агроценозах и режима элементов минерального питания;
- поддержание оптимального состояния физических свойств почвы;
- плодосмена – ежегодного изменения количественного и качественного поступления в почву органической массы послеуборочных растительных остатков;
- предотвращение процессов эрозии и других видов деградации почв;
- оптимизация фитосанитарного состояния агроценоза.

С учетом складывающихся климатических и погодных условий вегетационного периода, во всех агроэкологических районах основными предшественниками озимых могут быть черный пар, многолетние бобовые травы (эспарцет,

клевер) на один укос, горох, дополнительно к ним – бобово-злаковые и другие травосмеси, убираемые назеленый корм и сено, кукуруза ранних сроков уборки, гречиха.

В засушливых агроэкологических районах (южном, юго-восточном, юго-западном и восточном) наиболее целесообразно озимое звено с участием черного пара: черный пар - озимые, или засухоустойчивого непарового предшественника из группы зернобобовых – нут, чина или многолетние травы на один укос.

Для более влагообеспеченных(северо-западного и северного) агроэкологических районов: сидеральный пар – озимые, занятый пар - озимые, озимые - непаровой предшественник (горох, гречиха).

В южном и восточном агроэкологических районах, в связи с низкой влагообеспеченностью, во все севообороты необходимо вводить поле черного пара для размещения по нему озимых. Поле черного пара также необходимо в севооборотах с высоким насыщением зерновыми колосовыми культурами для борьбы с сорной растительностью и в севооборотах со значительным поступлением и накоплением негумифицированного органического вещества в почве.

Рекомендуется новый подход к построению полевых севооборотов как короткоротационных, так и многопольных по принципу 2:1 (на две подряд идущие разновидности зерновых колосовых культуры приходится одна бобовая или пропашная культура, или черный пар). Севообороты, построенные по данному принципу, способны обеспечивать расширенное воспроизводство плодородия почв и стабильную продуктивность чередующихся культур. Насыщение севооборотов зерновыми колосовыми культурами не беспредельно. Положительный эффект достигается при удельном весе 60-75%. Насыщение зерновыми до 75% допустимо только при включении в структуру чередования севооборота овса и гречихи, которые нормализуют экологическое состояние почвы.

Удельный вес зерновых колосовых продовольственных культур (озимой пшеницы, озимой ржи, яровой пшеницы) в общей структуре посевных площадей не должен быть меньше 25%. Для пашни интенсивного использования (склоны 0-3°) суммарная площадь посева пропашных культур и чистого пара не должна превышать 50% площади севооборота.

Научно обоснованные по набору и чередованию севообороты с широким биоразнообразием культур продолжают оставаться одним из существенных приемов воспроизводства плодородия почвы на основе биологизации. Принципиально важно обогащать почву не только высокоуглеродистой соломистой органикой, но и биомассой с узким соотношением углерода к азоту. Поэтому обязательным компонентом севооборотов должны стать многолетние и однолетние бобовые травы, бобово-злаковые травосмеси, зернобобовые и промежуточные культуры (поукосные и пожнивные посевы). Для ускорения микробиологической трансформации высокоуглеродистой остаточной биомассы, и, с целью

обогащения почвы азотом, в севообороты с высоким насыщением зерновыми культурами необходимо вводить многолетние бобовые травы 1-го или 2-х лет использования:

I схема	II схема
1. Горох	1. Горох
2. Озимые зерновые	2. Озимые зерновые
3. Ячмень+эспарцет	3. Ячмень+эспарцет
4. Эспарцет	4. Эспарцет
5. Озимые зерновые	5. Эспарцет
6. Яровые зерновые	6. Озимые зерновые
	7. Яровая пшеница
	8. Ячмень

В условиях резкого сокращения органических и минеральных удобрений, мелиорантов использование сидеральных культур является действенным средством повышения плодородия почвы, обогащения ее органическим веществом и макроэлементами. Это значит, что при дефиците материальных, трудовых и энергетических ресурсов, развитие земледелия должно идти по пути дальнейшей его биологизации, в первую очередь за счет построения севооборотов по экологическому принципу и максимальному использованию местных, внутренних ресурсов, органических удобрений (навоза, соломы, сидератов, побочной продукции), развития травосеяния, причем с обязательным включением бобовых компонентов.

Немаловажная роль в сохранении и повышении почвенного плодородия отводится почвозащитным севооборотам. Почвозащитная функция посевов различных культур зависит от плотности их травостоя и продолжительности пребывания этих культур на поле. Наибольшей почвозащитной способностью обладают многолетние травы. Они покрывают почву в течение всего года, хотя плотность укрытия в осенний, зимний и весенний периоды снижается. Озимые зерновые культуры несколько уступают многолетним травам. Они покрывают почву от 9 до 11 месяцев в году с максимум в мае-июле. Яровые зерновые культуры защищают почву в течение трех летних месяцев. Эти виды культур и должны составлять основу почвозащитных севооборотов. А их соотношение в структуре севооборота должно определяться крутизной уклона рельефа и интенсивностью эрозионных процессов на территории агроландшафта.

В результате исследований, проведенных в ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. Докучаева» установлено, что в севооборотах с исключением парового поля расширение доли многолетних бобовых трав способствует улучшению структурно-агрегатного состояния почвы, вызывает закономерное увеличение содержания агрономически наиболее ценной фракции 1-5 мм. За период исследований в зернотравяных севооборотах с травами процент падения гумуса снижа-

ется до 3,2% с 1 полем эспарцета, и до 2,1% с 2 полями. В севооборотах с включением многолетних бобовых трав отмечается увеличение содержания в почве лабильного органического вещества на 17,6-35,3 %.

Выход продукции с 1 га пашни в кормовых единицах в зернопаропропашном севообороте в звене черный пар – оз. пшеница составил 3,7, с сидеральным паром (рапсом) - 3,6 к.е., зернотравяно-пропашном севообороте с сидеральным эспарцетовым паром продуктивность севооборота составила 3,5 к.е., а с эспарцетом на сено – 4,8 к.е.

Результаты исследований свидетельствуют, что включение в севообороты многолетних бобовых трав (эспарцет), а также бинарных посевов обеспечивает сохранение и воспроизводство плодородия почвы. Улучшаются физические показатели почвы, оптимизируется плотность сложения, повышается биологическая активность почвы. Урожайность озимой пшеницы в этих звеньях при этом существенно не снижается. Весьма эффективным является биологизированный севооборот с включением бинарного посева (озимая пшеница + озимая вика), сидеральных паров, пожнивным посевом горчицы (рапса) после уборки ячменя, а также присутствием зернобобовых культур в чередовании.

Типовые схемы биологизированных севооборотов в условиях юго-востока ЦЧЗ представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Типовые схемы биологизированных севооборотов в условиях юго-востока ЦЧЗ

Зернопаротравянопропашной	Зернотравяной	Зернотравянопропашной	Биологизированный зернопропашной
1. Пар (50% черный+50% занятый) 2. Озимые зерновые 3. Кукуруза/подсолнечник 4. Ячмень+многолетние бобовые травы 5. Многолетние бобовые травы 6. Озимые зерновые 7. Подсолнечник	1. Горох 2. Озимая пшеница 3. Ямень+эспарцет 4. Эспарцет 5. Озимая пшеница 6. Яровая пшеница 7. Гречиха	1. Горох 2. Озимая пшеница 3. Кукуруза 4. Ямень+эспарцет 5. Эспарцет 6. Озимая пшеница 7. Подсолнечник 8. Ячмень	1. Горох 2. Озимая пшеница + оз. вика 3. Подсолнечник 4. Ячмень + пожнивная культура (рапс, горчица) 5. Кукуруза 6. Однолетние травы 7. Озимая пшеница

#### 4. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия черноземов при основной обработке почвы

Одной из важных проблем остается управление плодородием почвы через современные агротехнологии в агроландшафтах. Большое значение в сохранении плодородия черноземов имеют способы, глубина и системы обработки почвы в севообороте, так как выбор наиболее оптимальных приемов и их чере-

дований в севообороте с учетом почвенно-ландшафтных условий и агроэкологических требований возделываемых культур обеспечивает получение устойчиво высоких урожаев и рациональное использование плодородия почвы.

Длительными исследованиями НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева установлено, что водно-физические свойства почвы, содержание в ней нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия, интенсивность микробиологических процессов, накопление корневых остатков, аминокислот и гуминовых кислот, основ образования гумуса, в большинстве случаев бывают более благоприятными для сохранения и воспроизводства плодородия почвы в почвенно-климатических условиях Воронежской области при вспашке почвы на глубину от 20-22 см до 25-27 см. При отвальной обработке почвы также отмечается оптимизация агрохимических свойств и процессов синтеза и минерализации гумуса.

В системе зернопаропропашных севооборотов во всех агроэкологических районах благоприятный водно-физический режим верхнего слоя почвы достигается путем сочетания отвальной, безотвальной и поверхностных обработок с различной долей участия их, определяемой как агроэкологическими условиями района, так и набором возделываемых культур. Поля с незначительным пахотным горизонтом и супесчаные почвы необходимо обрабатывать безотвальными орудиями. Комбинированная обработка почвы в севообороте позволяет более экономно использовать материально-денежные ресурсы и на 20-25 % повысить влагообеспеченность растений.

Система обработки почвы в севообороте может быть усовершенствована путем применения разноглубинно-минимальной технологии. Переход на ресурсосберегающие технологии может быть осуществлен только при высокой культуре земледелия, на полях, очищенных от корнеотпрысковых сорняков, при строгом соблюдении севооборотов и агротехнологий возделывания культур.

В почвенно-климатических условиях области эффективное внедрение минимализации основной обработки почвы возможно под культуры, обеспечивающие урожайность при минимальных обработках не ниже, чем при традиционных приемах обработки почвы: озимые, подсолнечник, яровые зерновые, однолетние травы. При снижении интенсивности обработки при переходе на безотвальную и поверхностную обработки значительно снижают урожайность сахарная свекла, кукуруза, зернобобовые.

Определяющим условием применения энергосберегающих обработок почвы является вид возделываемой культуры, ее биологические требования к условиям произрастания. Лучшая влагообеспеченность посевного слоя почвы и получение дружных всходов при поверхностной обработке почвы под озимые является основанием для ее применения в севообороте при посеве озимых по непаровым предшественникам.

Эффективность применения минимальных обработок почвы зависит от типа почвы, ее агрофизических и агрохимических свойств. Наиболее перспективно их применение на высокоокультуренных черноземах с высоким содержанием гумуса и питательных веществ, легкого и среднего гранулометрического состава.

Прямой сев может быть эффективен только на почвах с хорошими физическими свойствами при наличии специальных сеялок, способных взрыхлить посевной слой, заделать семена на оптимальную глубину, независимо от наличия растительных остатков. И может применяться однократно под культуру на фоне интенсивного применения средств защиты растений и повышенных доз минеральных удобрений.

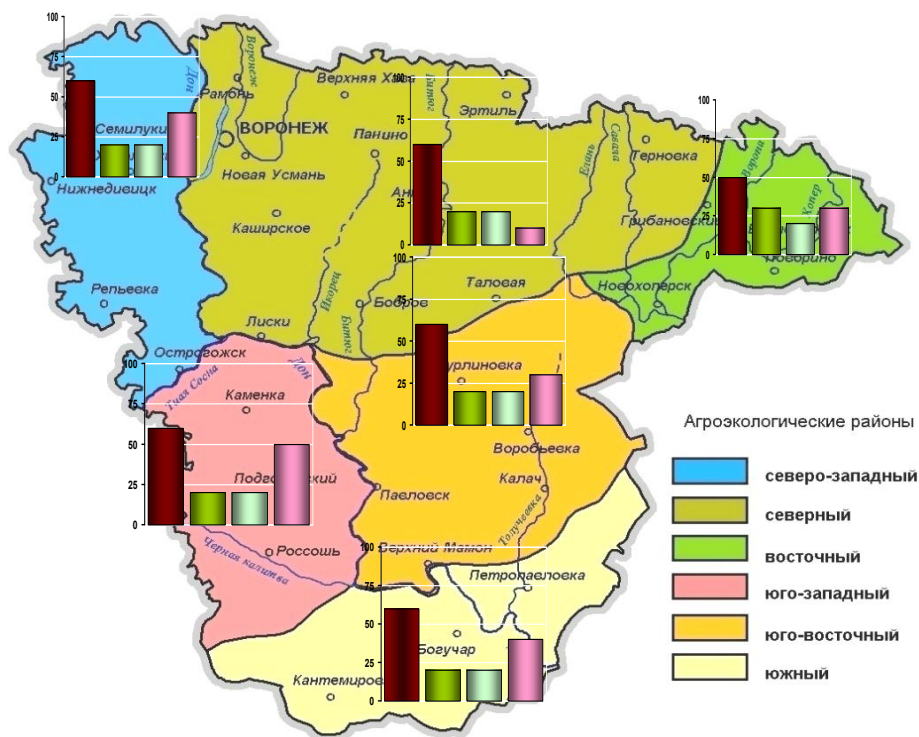
При современном оснащении хозяйств и квалификации специалистов более реальный прием минимализации обработки почвы - это поверхностная обработка почвы высокопроизводительными дисковыми агрегатами (дисковыми боронами, дискаторами) в один-два следа с последующим посевом зерновых или трав обычными сеялками.

Учитывая, что в хозяйствах области преобладают зернопропашные севообороты с широким спектром разнообразных культур, с различными биологическими особенностями, поэтому в почвенно-климатических условиях Воронежской области в полевых севооборотах наиболее эффективна комбинированная разноглубинная обработка почвы в севообороте: вспашка на глубину 20-22 см под пропашные и зернобобовые культуры, мелкая отвальная или безотвальная - под яровые зерновые и однолетние травы, поверхностная - под озимую пшеницу.

При применении удобрений наиболее эффективной является отвальная разноглубинная система обработки почвы в севообороте: под пропашные, зернобобовые и яровые зерновые - вспашка на глубину 20-22 см; под озимые и однолетние травы - дисковая обработка на глубину 8-10 см.

С учетом разности почвенно-ландшафтных и климатических условий в агроэкологических районах области системы обработки почвы в севооборотах по агроэкологическим районам должны корректироваться и отличаться соотношением различных обработок (вспашка, безотвальная и поверхностная обработка) в системе обработки почвы в севооборотах. Основные принципы построения системы обработки почвы должны конкретизироваться для условий каждого агроэкологического района, агроландшафта и вида севооборота.

При снижении мощности гумусового горизонта и усилении засушливости, доля плоскорезных и безотвальных обработок должна возрастать от северного к южному агроэкологическим районам. Примерное соотношение различных способов обработки почвы в различных агроэкологических районах представлено на рисунке 1.



Условные обозначения:

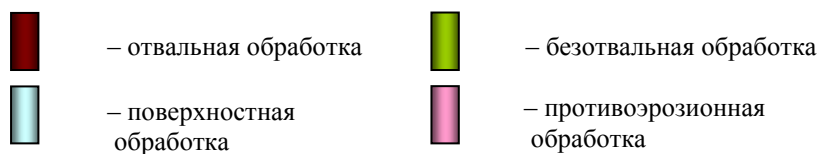


Рис. 1 – План-схема наиболее рационального соотношения различных способов обработки почвы в севообороте в различных агроэкологических районах

Для северо-западного и северного агроэкологических районов с гидротермическим коэффициентом выше 1,0 и малой долей эродированных площадей пашни в севооборотах должна преобладать отвальная обработка почвы – до 50-70%. Обработка почвы под озимые культуры проводится, в основном, в зависимости от предшественников. После рано убираемых предшественников (со сроком до посева озимых более месяца), особенно при применении удобрений, целесообразно проводить вспашку или безотвальное рыхление на глубину 20-22 см. По позднеубираемым предшественникам (со сроком до посева менее одного месяца) поверхностные обработки (дисковыми или плоскорезущими орудиями).

Восточный агроэкологический район характеризуется меньшим количеством осадков и большей площадью эродированной пашни. Поэтому здесь необходимо увеличить площади безотвальной обработки почвы с использованием плоскорезущих орудий, обеспечивающих создание мульчирующего слоя из стерни и других растительных остатков на поверхности поля и предохраняющих почву от непроизводительных потерь влаги с ее поверхности.



В условиях юго-западного агроэкологического района со значительной долей (42,6 %) эродированной пашни и с ГТК близким к северному и северо-западному агроэкологическим районам доля отвальной обработки должна быть снижена до 40-50%, обработки под озимые культуры должны быть такие же, но с обязательным щелеванием посевов на склоновых землях через 6-8 м.

В юго-восточном и южном агроэкологических районах с малой обеспеченностью влагой необходимо увеличить площади с поверхностной и безотвальной обработками почвы под озимые, что позволит сохранить имеющуюся влагу. Последующие обработки (предпосевные и послепосевные) должны быть направлены на создание почвенного слоя обеспечивающего сохранение влаги, т. е. прикатывание, но с боронованием.

В агроэкологических условиях южного и юго-восточного районов характерной обработкой почвы под яровые зерновые культуры должны стать плоскорезные, безотвальные и комбинированные (отвально-безотвальные, через корпус) обработки, которые позволяют не только накопить влагу, но и повышают урожайность в зоне неустойчивого увлажнения.

Под сахарную свеклу во всех агроэкологических районах наиболее эффективна отвальная обработка почвы, так как применение плоскорезных обработок снижает всхожесть семян сахарной свеклы.

Во всех агроэкологических районах насыщение системы обработки почвы в севообороте противоэрозионными приемами должно определяться рельефом полей. На эрозионноопасных склоновых землях свыше 1° все обработки и посев культур должны проводиться строго по горизонталям, что позволит снизить эрозию почвы и потери влаги.

На склоновых землях под пропашные культуры во всех агроэкологических районах надо проводить ступенчатую вспашку, которая снижает эрозионные процессы и позволяет дополнительно накопить 18-20 мм продуктивной влаги.

Применение на склоновых землях поверхностных обработок почвы под озимые должно быть усилено позднеосенним щелеванием. Щелевание должно проводиться и на посевах многолетних трав.

***Потенциальная возможность перспектив минимализации обработки почвы и прямого посева в почвенно-климатических условиях области.*** Энерго-, ресурсосберегающие технологии, направленные на повышение эффективности и экологичности земледелия и обеспечение воспроизводства плодородия почв являются объективной необходимостью современного сельскохозяйственного производства. Одним из путей решения этого вопроса является минимализация обработки почвы. С появлением в производстве новой почвообрабатывающей техники и высокоэффективных средств защиты растений это направление становится все более реальным.

Изучение энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур

в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева показывает, что минимализация обработки хорошо окультуренного чернозема обыкновенного в первый год практически не снижает урожайность яровых зерновых культур, но приводит к повышению засоренности полей. А исключение основной обработки почвы приводит к снижению урожайности и способствует усилению пораженности культур болезнями и вредителями, увеличению поражения ячменя корневыми гнилями (на 50-63 %), повреждения злаковых культур шведской мухой (почти в два раза) и поражения их мучнистой росой, септориозом и ржавчиной.

При ежегодной плоскорезной обработке, по сравнению со вспашкой, снижается всхожесть семян из-за наличия большого количества пожнивных остатков в посевном слое, ухудшающих контакт семян с почвой, обеспеченность их влагой и увеличение болезнетворных начал.

Привлекательность и достоинство безотвальной, поверхностной обработок и прямого посева заключается в более низкой их затратности по сравнению с отвальной вспашкой. Однако при этом происходит ухудшение минерального питания растений, фитознтомологической обстановки в агроценозах, что требует дополнительного внесения удобрений и применения средств защиты растений.

Как показывают исследования и экономические расчеты, переход даже на безотвальную систему обработки почвы в севообороте, не говоря уже об отказе от основной обработки, не приводит к увеличению урожайности культур и повышению плодородия почвы по сравнению с отвальной.

Предельный уровень минимализации обработки почвы – это технология нулевой обработки (No-till). В последние годы она широко пропагандируется и начинает применяться в некоторых хозяйствах. Как показывает начальный опыт освоения, перспективно ее освоение на почвах, сформированных на подстилающих породах, не склонных к уплотнению, и должно сопровождаться широким использованием минеральных удобрений, средств защиты растений и микробиологических препаратов, стимулирующих развитие микробиологических процессов в почве. В условиях области наиболее плодородная часть пахотных земель – черноземы – сформированы на глинистых отложениях четвертичного происхождения. Отличительная особенность этих отложений – пластинчатая структура, которая при механическом воздействии подвергается сильному уплотнению. В полевых условиях естественное разуплотнение почв после проходов тяжелой сельскохозяйственной техники происходит через два-три года. Поэтому использование нулевой обработки в агроэкологических условиях области, при сложившемся земледелии и его культуре, возможно на весьма ограниченных площадях, на супесчаных почвах и легких суглинках.

В условиях всех агроэкологических районов области, в хозяйствах при среднем уровне оснащенности, более эффективным и широко распространен-

ным путем минимализации обработки почвы при совершенствовании систем земледелия является поверхностная обработка дисковыми агрегатами – дисковыми боронами (БДМ 5×4 ПК и др.), дисковыми боронами (БДТ-3, БДТ-7, БД-6,6, БДМ-4 и др.) под посев озимых культур после непаровых предшественников, плоскорезной обработки с почвоуглублением на эрозионноопасных почвах с незначительным гумусовым горизонтом, а так же при использовании комбинированных агрегатов, выполняющих одновременно несколько технологических операций. В несколько меньшем объеме могут применяться другие приемы минимализации обработки почвы и в отдельных случаях (одноразово), «нулевая» под озимые и яровые зерновые, и только при оснащенности агрокомплекса сельскохозяйственными машинами для прямого посева и возможностью применения дорогостоящих пестицидов. При этом надо понимать, что минимализация в обработке почвы требует более высокого уровня агротехнологий, основанных на высокой технологической дисциплине, строгой последовательности выполнения агротехнических работ с высоким качеством.

Как свидетельствуют результаты исследований НИУ зоны и опыт передовой практики, наиболее рациональными ресурсосберегающими системами обработки почвы во всех агроэкологических районах на всех группах земель, в различных видах севооборотов на территории области являются *комбинированные системы обработки почвы, которые основываются на чередовании различных по интенсивности обработок: отвальные под пропашные, безотвальные под часть яровых зерновых и поверхностные под озимые по непаровым предшественникам*. Как правило, они имеют почвозащитную и стокорегулирующую направленность. Естественно, для каждого элемента ландшафта, рабочего участка и каждой культуры вопрос применения того или иного способа обработки должен рассматриваться комплексно и индивидуально.

## **5. Влияние лесозащитных насаждений на плодородие почв**

Многолетние исследования и накопленный обширный опыт защитного лесоразведения в ЦЧЗ свидетельствуют о многостороннем и существенном влиянии лесных полос на почвенный покров, процессы почвообразования и почвенное плодородие. Выявлены изменения в содержании гумуса, морфологии и физике почв, что в большей степени связано с их мелиорирующей ролью на занимаемую площадь и прилегающее пространство. При этом, положительные свойства и эффективность агролесомелиорационной агроценозы определяются следующими основными условиями: 1) системность лесных полос и оптимальная по лесозащитной лесистости территории; 2) оптимальный породный состав, структура и конструкция лесных полос; 3) рациональное размещение по территории с минимальным отчуждением пашни.

В Каменной Степи достоверно установленными изменениями почв под действием лесных полос можно считать улучшение показателей их структурного и гумусового состояния. Исследованиями установлено, что структура почвы под лесными полосами переходит из комковато-зернистой в зернистую с высокой прочностью. Водопрочность почвенных агрегатов под лесными насаждениями составляет 75-80%, в то время как на пашне она существенно ниже – 67-68%. Плотность сложения полутораметровой почвенной толщи под лесными полосами в верхней части гумусового горизонта изменяется в пределах 0,95-1,00 г/см<sup>3</sup>, а книзу она постепенно увеличивается до 1,38-1,42 г/см<sup>3</sup>. На пашне, по сравнению с лесными полосами, отмечается заметное увеличение плотности почвы от 1,06-1,10 до 1,46-1,55 г/см<sup>3</sup>. Общая пористость почв имеет максимальные значения под лесными насаждениями и составляет 59 – 61%. На пашне она меньше и изменяется от 56 до 58%.

Под действием лесных полос увеличивается мощность гумусового горизонта, интенсивность его окраски и понижается глубина вскипания. За пятидесятилетний период содержание гумуса в почвах открытых полей снизилось на 2,1% (с 8,5 до 6,4%), облесенных – на 1,6% (с 10,1 до 8,5%), а под насаждениями осталось на прежнем уровне – 11,3%. Процесс дегумификации на полях среди лесных полос идет медленнее, чем на необлесенных. В последние 10-20 лет содержание гумуса в почве защищенных полей стабилизировалось, а на открытых и малооблесенных продолжает падать. Несмотря на более высокие урожаи сельскохозяйственных культур среди лесных полос и вынос органики, ежегодная потеря гумуса почти на 1000 кг/га меньше за счет большего поступления органических остатков, усиления биологической активности почвы и за счет сокращения эрозии.

Результаты почвенных исследований в Каменной Степи показывают, что содержание подвижных форм основных элементов питания растений всегда больше в почвах, занятых лесными полосами и расположенных в зоне их влияния на удалении 4-8Н (высот) в обе стороны (табл. 7).

Таблица 7 – Содержание подвижных форм элементов питания в 0-40 см слое почвы (мг/кгабс. сухой почвы)

Элементы питания	Под пологом лесных полос	Пашня	
		в системе лесных полос	открытая
NO <sub>3</sub>	20,1	15,0	13,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	174	13,4	114
K <sub>2</sub> O	890	460	375

Многолетние исследования водного режима почвы на лесомелиорируемой территории в Каменной Степи показывают, что лесные насаждения являются

важным фактором его регулирования. В зимний период снижение скорости ветра лесными полосами способствует накоплению и сохранению снега на межполосных полях в 1,5 раза (в малоснежные зимы в 2-3 раза), служащего основной приходной статьей водного баланса почвы. В лесных полосах почва не промерзает или промерзает незначительно. На облесенных полях под мощным снежным покровом почва надежно защищена от сильного промерзания, вследствие чего весной неглубоко промерзшая почва на облесенных полях быстрее оттаивает и больше поглощает талой воды, чем на необлесенных полях. Результаты специальных опытов по изучению поверхностного стока на водосборах Каменной Степи, проводимых с 1892 года, показали, что на безлесных ландшафтах его коэффициент составляет, в среднем, 0,72, а при 100%-ной защищенности площади водосборов лесными насаждениями – всего 0,16. Запасы почвенной влаги в метровом слое перед началом вегетационного периода в активной зоне действия лесных полос, в среднем, повышены на 47 мм.

Улучшение водного режима почв на облесенных полях обусловлено также более экономным расходом влаги полевыми культурами на транспирацию и из-за уменьшения ее физического испарения с поверхности почвы. Так, суммарное испарение среди лесных полос составляет 576 мм, а на открытом участке – 826 мм, или в 1,4 раза больше. На формирование урожая 1 кг зерна озимой пшеницы под защитой лесных полос расходуется, в среднем, 309 л воды, а на открытых участках – 369 л, или почти на 20% больше.

Таким образом, лесные полосы оказывают многостороннее и существенное влияние на почвенный покров, процессы почвообразования и почвенное плодородие. Изменения в содержании гумуса, морфологии и физике почв, в большей степени, связаны с их мелиорирующей ролью на занимаемую площадь и прилегающее пространство. Лесные полосы существенно улучшают структуру почв в верхней части гумусового горизонта: возрастает содержание агрономически ценных агрегатов, уменьшается глыбистость, увеличиваются в 3,7-4,3 раза коэффициент структурности и на 8-12% критерий водопрочности агрегатов. Почвы под лесными полосами характеризуются минимальной плотностью сложения (не более 1,00 г/см<sup>3</sup>) и максимальным показателем общей пористости (59-61%), по сравнению с пашней.

## **6. Мелиорация кислых почв**

По материалам исследований НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева расчет дозы извести в CaCO<sub>3</sub> для черноземов целесообразно проводить по эквивалентному отношению углекислого кальция к величине гидролитической кислотности в слое 0-20 см по формуле:  $D=0,05 N_g \cdot d \cdot h$ , где D – доза извести по CaCO<sub>3</sub>, т/га; 0,05 – коэффициент по эквиваленту N<sub>г</sub>, N<sub>г</sub> – величина гидролитической

кислотности, ммольэкв на 100 г почвы,  $d$  – плотность сложения, г/см<sup>3</sup>;  $h$  – слой почвы, см.

Если позволяет состояние поля и погодные условия, известкование можно проводить практически круглый год. Однако внесение извести по снегу следует избегать из-за возможных ее потерь вместе с переносимым ветром снегом и талыми водами. Известковать можно весной до посева сельскохозяйственных культур под предпосевную культивацию, после уборки культур. Менее эффективно внесение извести под глубокую отвальную пахоту в пару в течение всего времени до посева озимых.

Результаты опытов показывают, что при размещении извести по различным глубинам двадцатисантиметрового пахотного слоя не проявляется различий в продуктивности растений. Глубокая заделка извести приводит к дополнительным непроизводительным потерям ее. Желательна заделка извести в верхней части пахотного слоя. Не следует заделывать известь на глубину более 20 см.

Применяемые в области известковые материалы: известняковая мука, дефека́т, мел и меловой отход могут транспортироваться и разбрасываться машинами с открытыми емкостями. При прямой технологии известковые материалы загружаются в разбрасыватели типа 1РМГ-4Б, РУМ-5, СТТ-10, РУМ-8, РУМ-16, КСА-3, МХА-7, НРУ-0,5, перевозятся этими машинами и разбрасываются по полю. При этом, экономически оправданный радиус перевозки для автомобильных разбрасывателей типа КСА-3 и КСА-7, соответственно, до 25 и 40 км. Для тракторных разбрасывателей типа 1РМГ-4Б и РУМ-3 – 2 км, РУМ-8 – 10 км и РУМ-16 – 20 км. Рассчитанная по  $\text{CaCO}_3$  доза извести, корректируется с учетом нейтрализующей способности вещества и содержания воды в нем (табл. 8).

Таблица 8. Дозы известковых материалов в расчете на 1 мг/экв гидролитической кислотности тяжелых почв (т/га)

Известковый материал	Доза $\text{CaCO}_3$ , т/га	Доза сухого вещества, т/га	Влажность извести, %*	Доза влажного вещества, т/га
Известняковая мука	1,0	1,18	10,1	1,23
Дефека́т	1,0	1,12	58,5	1,87
Меловой отход	1,0	1,08	13,1	1,29
Мел	1,0	1,14	18,5	1,28

\*Влажность дана по отношению к абсолютно сухому веществу.

С учетом влажности вещества наиболее высокая удельная доза приходится на дефека́т. Следует иметь в виду, что влажность дефека́та, равная 58,5%, относится к состоянию его на фильтрационных полях завода. Вывезенный в поле в начале лета дефека́т к концу вегетации подсыхает до влажности порядка 36% от абсолютно сухого веса. Определение нейтрализующей способности, влажности

известии и содержания элементов минерального питания необходимо проводить по каждой используемой партии известкового материала.

Основными показателями, определяющими качество известкования, являются доза известии и равномерность ее внесения. Отклонение фактической дозы от проектной не должно превышать  $\pm 10\%$ . Варьирование расстояний между проходами агрегата не должно превышать  $\pm 5\%$ . Неравномерность разбрасывания известии по полю допускается в пределах  $\pm 25\%$ . Установка разбрасывающего устройства проводится в начале по соответствующим для каждого разбрасывателя таблицам. Затем определяется фактическая доза внесения известии и после этого проводится регулирование подающе-разбрасывающего механизма на расчетную дозу. Учет фактической дозы известии проводится путем взвешивания ее с размещенных по краям и в центре – прохода разбрасывателя противней размером  $0,5 \times 0,5$  м или полотен.

Известь можно вносить под любую полевую культуру. По влиянию на продуктивность растений наиболее эффективным является меловой отход Россошанского химкомбината. Не следует вносить меловой отход под удобряемую в севообороте культуру, поскольку его применение по влиянию на продуктивность растений почти равноценно полной дозе минеральных удобрений. Установлено, что известкование усиливает поражаемость картофеля паршой. Однако, если в севообороте с картофелем известь вносится непосредственно под эту культуру, поражаемость клубнеплодов паршой снижается.

При разработке НИИСХ ЦЧП нормативов расхода известии при  $\text{CaCO}_3$  для нейтрализации кислых почв в соответствии с методическими указаниями оптимум рН был принят с применением экспертной оценки равным 5,8 единицы. Определение потребности в известковых материалах проводится с учетом оптимального уровня рН, нормы прироста рН, норматива расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига рН на 0,1 (см. табл. 9). В таблице 10 представлено распределение площадей кислых почв по агроэкологическим районам Воронежской области.

Таблица 9 – Потребность в известии по  $\text{CaCO}_3$  для нейтрализации пахотных кислых почв Воронежской области по материалам обследования 2011-2015 гг.  
(тыс. тонн)

Группа рН	Площадь, тыс. га	Расход $\text{CaCO}_3$ на 1 га, тонн	Потребность $\text{CaCO}_3$ , тыс. тонн
4,1 - 4,5	4,4	10,2	44,9
4,6 - 5,0	108,4	8,1	878,0
5,1 - 5,5	463,6	4,8	2225,3
<b>Итого:</b>	576,4	-	3148,2

Таблица 10 – Агроэкологическое районирование кислых почв

## в Воронежской области

Агроэкологический район	Пашни всего, тыс. га	Площадь кислых почв	
		тыс. га	%
Северо-западный	421	126,5	30,0
Северный	999	358,0	35,8
Восточный	253	106,6	42,1
Юго-западный	345	41,3	12,0
Юго-восточный	602	97,0	16,1
Южный	371	69,4	18,7
В целом по области	2991	798,8	26,7

В опытах НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева было изучено влияние известкования на показатели плодородия. По сумме обменных кальция и магния во всех случаях применения известкования отмечается ее увеличение. Максимальное по мелу и минимальное по известняковой муке. Установлено, что известкование повышает биологическую активность почвы. Это прослеживается по интенсивности почвенного дыхания и нитрифицирующей способности почвы. Последнее подтверждается учетом количества нитрификаторов. Несколько усиливается активность фосфатазы. Отмечается некоторое влияние известкования на содержание основных элементов минерального питания в почве. В начальный период вегетации прослеживается увеличение количества нитратов и уменьшение подвижного фосфора и калия.

### 7. Мелиорация засоленных почв

По данным НИИСХ ЦЧП в Воронежской области довольно широкое распространение получили различные по происхождению и свойствам солонцовые с участием солончаковатых почвы. Общая площадь таких земель — 336 тыс. га, из них в пашне — 204 тыс. га. Преобладают солонцеватые черноземы — 234 тыс. га, в том числе в пашне — 150 тыс. га. Площадь комплексов черноземов с солонцами составляет 77 тыс. га, в пашне — 49 тыс. га. В чистом виде солонцов насчитывается в пределах Окско-Донской равнины и на Калачской возвышенности. Нередки они и на юго-востоке Среднерусской возвышенности.

**Степные малонатриевые солонцы.** Основным способом мелиорирующего воздействия на степные солонцы является механическая обработка почвы трехъярусным или плантажным плугом. Глубина вспашки устанавливается с таким расчетом, чтобы полностью ликвидировать монолитность почвы иллювиального горизонта. На комплексных солонцах глубина основной обработки в большинстве случаев должна составлять 40-50 см. С учетом состояния почвы и производственных условий может быть применен один из следующих двух вариантов технологии основной мелиорирующей обработки солонцов (табл. 11).



Таблица 11 – Варианты мелиорирующей обработки солонцов

№ п/п	Технология мелиорирующей обработки	Срок проведения
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основная мелиоративная вспашка</li> <li>2. Дискование сразу же после вспашки</li> <li>3. Предпосевное дискование</li> <li>4. Посев озимых (предпочтительно рожь)</li> </ol>	<p>Май-июнь Май-июнь Август-сентябрь Август-сентябрь</p>
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основная мелиоративная вспашка</li> <li>2. Дискование сразу же после вспашки</li> <li>3. Перепахка обычным плугом на глубину 27 см с одновременным боронованием и каткованием</li> <li>4. Предпосевное дискование</li> <li>5. Посев озимых (предпочтительно рожь)</li> </ol>	<p>Май-июнь Май-июнь Июнь-июль  Август-сентябрь Август-сентябрь</p>

Навоз как удобрение в дозе 40 т/га целесообразно вносить в первый после проведения основной мелиоративной вспашки год, когда глубокоовзрыхленная почва осядет. При посеве сельскохозяйственных культур вносится азотно-фосфорное удобрение в дозе  $N_{10}P_{10}$ .

**Луговые, в основном, корковые и мелкие солонцы со средним и высоким содержанием обменного натрия.** Основной способ мелиорации этих солонцов – химический с применением гипса и фосфогипса. Прибавка урожая колеблется в интервале 7-10 ц/га кормовых единиц при урожае на немелиорированном солонце – 4,3 ц/га. Эффективная разовая доза гипса при поверхностной заделке составляет 8 т/га. Устойчивое улучшение пахотного слоя луговых корковых солонцов достигается при суммарной дозе гипса около 30-40 т/га. Разбрасывание гипса по поверхности почвы производится машиной типа РУМ-5; РУМ-8 с опущенным ветрозащитным устройством. Чтобы распределить гипс равномерно по площади, лучше вносить его в два приема по норме 4 т/га. Рассыпанный по поверхности почвы гипс в количестве 8 т/га образует сплошной слой толщиной 0,8 мм. Ниже в таблице 12 описана технология мелиорации луговых солонцов.

**Средние и глубокие солонцы со средним содержанием обменного натрия.** Мелиорация комплексным воздействием, включающим ярусную обработку и гипсование, проводимое по фону мелиоративной вспашки. В эту же группу включаются и луговые солонцы с повышенным содержанием обменного натрия.

Таблица 12 – Технология гипсования луговых корковых солонцов

№	Технологическая	Срок про-	Орудия	Примечание
---	-----------------	-----------	--------	------------

п/п	операция	ведения		
<b>Первое гипсование</b>				
1	Зяблевая вспашка на 20-22 см	Осень	Плуг	
2	Дискование почвы	Осень		Для измельчения глыб и выравнивания поверхности
3	Внесение гипса, 8 т/га	Осень	РУМ	Лучше внести гипс в два приема по 4 т/га. Разбрасывание проводить с опущенным ветрозащитным устройством
4	Заделка гипса	Осень	Бороны	
5	Боронование	Весна	Бороны	После созревания почвы
6	Предпосевное дискование	Весна	БДТ, Дискатор	Добиваться, чтобы немелиорируемая почва меньше выворачивалась на поверхность
7	Посев проса	Весна	Зерновая сеялка	
<b>Второе гипсование</b>				
8	Зяблевая вспашка на 20-22 см	После уборки проса	Плуг	
9	Дискование почвы	Осень	БДТ, Дискатор	Для измельчения глыб и выравнивания поверхности
10	Внесение гипса, 8 т/га	Осень	РУМ	Как в пункте 3
11	Заделка гипса	Осень	Бороны	
12	Боронование	Весна	Бороны	
13	Предпосевная обработка	Весна		
	Посев	Весна		Если обработка проведена в ранние сроки то высевается ячмень, если с опозданием – просо или суданку
<b>Третье гипсование</b>				
14	Зяблевая вспашка на 20-22 см			
15	Дискование почвы	Осень	БДТ, Дискатор	Для измельчения глыб и выравнивания поверхности
16	Внесение гипса, 8 т/га	Осень	РУМ	Как в пунктах 3 и 10
17	Заделка гипса	Осень	Бороны	
18	Боронование	Весна	Бороны	После созревания почвы
19	Предпосевная обработка	Весна	КПГ-4	
20	Посев подсолнечника	Весна		

**Отдельные небольшие непереувлажненные солонцовые пятна среди черноземов.** Мелиорация луговых солонцов без применения дренажа грунтовых вод можно осуществлять взаимозаменой (трансплантацией) почвенных масс солонца чернозёмом для ликвидации солонцовых пятен. Солонец луговой корковый до 40 см заменяется черноземом; чернозем до 10 см заменяется со-

лонцом. Установлен высокий эффект трансплантационного землевания и выявлена возможность мелиорации луговых солонцов без применения дренажа при максимальном уровне грунтовых вод весной порядка 0,7 м.

Глубокая мелиоративная вспашка трехъярусным или плантажным плугом (без предплужника) может быть рекомендована для юго-восточных и южных районов Воронежской области, в которых получили широкое распространение глубокие и средние степные солонцы, залегающие в комплексе с незначительным участием корковых солонцов.

Химическая мелиорация при применении трехъярусной или плантажной обработки может быть применена как последующий прием на солонцах с повышенным содержанием в поглощающем комплексе обменного натрия.

## **8. Влияние орошения на плодородие почвы**

На начало 2011 г. орошение в Воронежской области проводилось на 73,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий. При этом на 53,9 тыс. га орошаемых земель требуется проведение работ по восстановлению и реконструкции мелиоративных систем. Во многих хозяйствах, и в целом по области, на орошаемых землях урожаи сельскохозяйственных культур в два-три раза выше, чем на богаре. Как установлено, орошение земли в области целесообразно использовать под кормовые севообороты и культурные пастбища, что может обеспечить животноводство кормами. Остальную часть орошаемых земель можно использовать на посевы сельскохозяйственных культур, овощей, под сады и сенокосы.

В настоящее время Департаментом мелиорации Минсельхоза России разработана Концепция федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 г.», в которой намечаются восстановление и развитие мелиорации в нашей стране. В связи с этим площадь орошения в Воронежской области намечается в ближайшие годы значительно увеличить.

На данный момент широко распространены способы полива, которые регулируют водный режим путем периодической подачи и накопления воды в почве. Наряду с этим, в последние годы получают распространение способы полива, направленные на подачу растениям такого количества воды, которое ежедневно необходимо им. В зависимости от применяемых технических устройств и условий контакта воды с почвой и растениями можно выделить следующие четыре способа орошения: поверхностное, дождевание, внутрипочвенное, микроорошение.

В орошаемом земледелии наибольшее распространение получили **поверхностные способы полива**. В зависимости от применяемой техники распределения воды по полю при поверхностном орошении различают следующие способы полива: затопление, полив по полосам и по бороздам. При распределении воды по затопляемым чекам или по полосам поливная вода контактирует с приземным слоем воздуха и почвой. Поступление воды в почву происходит гравитационным путем. На впитывание влаги в почву в процессе полива по бороздам определяющее влияние оказывают капиллярные силы. Затопление применяют для орошения риса, для лиманного орошения, проведения промывочных, а в некоторых случаях, влагозарядковых и вегетационных поливов.

Из средств механизации поверхностного полива можно применять поливные трубки, сифоны и поливные шланговые машины ППА-165, ППА-165У, ППА-300. Применение агрегата ППА-300 на вегетационных посевах люцерны позволяет при хорошей равномерности увлажнения почвы экономить до 40,4 % воды, используемой в основном из сбросных каналов. Экономия трудозатрат в расчете на год по сравнению с ручным распределением воды в чеки составляет 812 чел./ч.

**Внутрипочвенное орошение** обеспечивает подачу оросительной воды на поле с помощью увлажнителей, которые укладываются на расстоянии 0,9–2,8 м один от другого на глубине 0,4–0,6 м. При таком способе распределения поливной воды она не контактирует с воздушной средой, а поступает непосредственно к корням растений, оптимизируя водный и воздушный режимы активного слоя почвы. При этом не образуется почвенная корка и не разрушается структура почвы. Капельное и локальное орошение хорошо зарекомендовало себя при выращивании виноградников, садовых и кустарниковых культур с хорошо развитой корневой системой на связных, слабопроницаемых грунтах при периодических поливах нормой 30–300 м<sup>3</sup>/га.

**Орошение дождеванием.** Дождевание – сравнительно молодой, но быстро развивающийся способ орошения. Сущность его сводится к распылению оросительной воды под действием искусственно создаваемого напора на мелкие капли, которые в виде дождя падают на землю и увлажняют ее. В процессе полета каплей от распыляющих воду аппаратов до поверхности поля происходит увлажнение приземного слоя воздуха, растений и почвы. Дождевание обеспечивает полив строго заданными нормами, создает необходимый водный режим почвы, не нарушая ее структуры, повышает влажность и снижает температуру воздуха в зоне развития надземной части растения, позволяет широко применять механизацию на всех сельскохозяйственных рабо-

тах, выполнять их в сжатые сроки. Для полива сельскохозяйственных культур применяют дождевальные машины: ДДА-100ВХ, ДДН-70, ДДН-100, ДМ «Фрегат», «Кубань», «Днепр» и их зарубежные аналоги. Поливные нормы изменяются в широком диапазоне 50–900 м<sup>3</sup>/га без потерь воды на глубинную фильтрацию.

**Микроорошение.** Орошение импульсным дождеванием осуществляется прерывистым выплеском небольших порций воды с помощью специальных дождевальных аппаратов различной конструкции. Выброс воды импульсным аппаратом чередуется с паузами накопления ее в гидроаккумуляторе при длительности паузы в 5–10 раз больше продолжительности выброса воды. В конструкциях аппаратов синхронного импульсного дождевания продолжительность накопления воды в 50–200 раз превышает время выплеска. Значительные перерывы в подаче небольших порций воды позволяют снизить среднюю интенсивность дождя до 0,01–0,002 мм/мин. Это значит, что импульсное дождевание может применяться на любых по водопроницаемости почвах и при больших уклонах практически без образования стока.

Аэрозольное орошение или мелкодисперсное дождевание – это принципиально новый способ полива, который отличается от существующих тем, что увлажняется не почва, а само растение и приземный слой воздуха. Он почти не оказывает влияние на температуру и влажность корнеобитаемого слоя почвы, однако позволяет воздействовать на температуру и влажность воздуха в растительном покрове. От обычного дождевания аэрозольное орошение отличается размером капель (500–600 мкм), более короткими интервалами между увлажнениями, малым расходом воды. Диспергирование воды при аэрозольном дождевании осуществляется туманообразующими установками ТОУ-6, ТОУ-7. Технические средства аэрозольного орошения можно также использовать для борьбы с болезнями и вредителями растений, внесения микро- и макроэлементов, обработки посевов регуляторами роста.

## Заключение

В процессе сельскохозяйственного использования черноземов, для создания предпосылки сохранения и расширенного воспроизводства их плодородия, необходимо обеспечить условия 100 % -ного возврата питательных веществ в почву, отчуждаемых с урожаями культурных растений.

В глобальном масштабе при любом соотношении отраслей растениеводства и животноводства невозможно обеспечить 100 %-ное возмещение выноса элементов питания из почвы с урожаями сельскохозяйственных культур за счет питательных веществ, содержащихся в органических удобрениях. Это, в первую очередь, связано с тем, что в круговороте питательных веществ поле-

ферма-поле определенная их часть постоянно и безвозвратно отчуждается за счет потребностей человека в питании растительной и животной пищей. Поэтому для обеспечения бездефицитного баланса питательных веществ в почве не обойтись без внесения минеральных удобрений. При этом, если полное возмещение выноса фосфора, калия и других зольных элементов питания можно в полной мере достичь внесением минеральных удобрений, то достижение 100 %-ного возврата в почву азота за счет минеральных удобрений очень проблематично. Поэтому в мероприятиях по сохранению и расширенному воспроизводству плодородия почв должна отводиться определенная роль севооборотам, включение в них зернобобовых культур, многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей, использование препаратов с diazotrophic микроорганизмами.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, увеличение их валовых сборов неразрывно связано с грамотным подходом к внесению органических и минеральных удобрений, научно обоснованным набором и чередованием культур в севообороте, рациональной системой механической обработки почвы, включением в технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур современных агропрепаратов со свойствами регуляторов и стимуляторов роста растений, макро- и микроудобрений на хелатной основе, гуминовых удобрений и др., с агролесомелиорацией сельскохозяйственных ландшафтов.

На почвах имеющих неблагоприятные физико-химические свойства (кислые, засоленные) для повышения их плодородия необходимо проводить мелиоративные работы в соответствии с разработанными рекомендациями.

Особое внимание должно уделяться контролю за состоянием плодородия орошаемых земель, которые подвергаются интенсивному использованию и неблагоприятным факторам воздействия.