

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.06.2024 07:37:41  
Уникальный программный ключ:  
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafbfd



***В.И. Солодун***

# **МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ И ЕЕ НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ**



Иркутск 2022

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО Иркутская государственная  
сельскохозяйственная академия  
Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

*В.И. Солодун*

**МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ И ЕЕ НАУЧНОЕ  
ОБОСНОВАНИЕ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ**

Иркутск 2022  
Издательство Иркутского ГАУ

УДК 631.51:631.452:631.6.02

**Солодун В.И. Механическая обработка почвы и ее научное обоснование в Предбайкалье. – Иркутск, Изд-во ИрГСХА, 2022. – 181 с.**

В историческом разрезе рассмотрены теоретические основы и практические приемы применения и развития процесса обработки почвы в системах земледелия мира, страны и Иркутской области. Изложены результаты 30-летних научных исследований, выполненных под руководством автора и его непосредственном участии.

Дано обоснование современной классификации терминов и понятий по обработке почвы, разработаны новые региональные принципы и подход к формированию систем обработки почвы в разных севооборотах с учетом неодинаково складывающихся биотических, абиотических факторов и условий.

Предназначена для широкого круга руководителей и специалистов хозяйств, научных работников, аспирантов по направлению подготовки 4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство

Утверждена к печати научно-техническим советом Иркутского ГАУ.

Рецензенты:

А.П. Батудаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Бурятская ГСХА

А.Г. Кушнарев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Бурятская ГСХА

ISBN

© Солодун В.И., 2022

© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2022

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОРУДИЙ И ПРИЕМОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</b> .....	10
1.1. <i>ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ЦЕНТРЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ</i> .....	10
1.2. <i>ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОРУДИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	14
1.3. <i>ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ</i> ....	32
<b>ГЛАВА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБОСНОВАНИЕ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</b> .....	39
2.1. <i>КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГИЙ, СПОСОБОВ, ПРИЕМОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕ- СКОЙ ОБРАБОТКОЙ ПОЧВЫ</i> .....	39
2.2. <i>ГРУППА ПРИЕМОВ ОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	48
2.3. <i>ГРУППА ПРИЕМОВ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	55
2.4. <i>ГРУППА ПРИЕМОВ ФРЕЗЕРНОЙ (РОТОРНОЙ) ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	58
2.5. <i>ГРУППА ПРИЕМОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧ- ВЫ</i> .....	59
2.6. <i>СОДЕРЖАНИЕ И СУЩНОСТЬ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	62
<b>ГЛАВА 3. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ</b> .....	64
3.1. <i>ОБЩИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИ- СТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	64
3.2. <i>МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ</i> .....	69
<b>ГЛАВА 4. СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПАРОВ</b> .....	71
4.1. <i>ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПАРОВ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ</i> .....	71
4.2. <i>ЧИСТЫЕ ПАРЫ</i> .....	73
4.2.1. <i>Сравнительная эффективность чистых черных и ранних паров</i> .....	75
4.2.2. <i>Сроки начала обработки паров</i> .....	76
4.2.3. <i>Технологии обработки чистого раннего пара</i> .....	78

4.2.4. Влагообеспеченность в парах.....	83
4.2.5. Нитратный азот в парах.....	87
4.2.6. Содержание подвижного фосфора и калия.....	89
4.2.7. Засоренность почвы и посевов в парах и после них.....	91
4.3. ЗАНЯТЫЕ ПАРЫ.....	99
4.3.1. Сравнительная эффективность чистых и занятых паров.....	99
4.3.2. Обработка почвы в занятых парах.....	104
4.4. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРАХ.....	107
<b>ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИИ ОСНОВНОЙ ЛЕТНЕ-ОСЕННЕЙ (ЗЯБЛЕВОЙ) ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</b> .....	112
5.1. <i>ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	112
5.2. <i>ТЕХНОЛОГИИ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ</i> .....	114
5.2.1. <i>Плотность и структурно-агрегатный состав почв</i> .....	119
5.2.2. <i>Запасы продуктивной влаги в почве</i> .....	123
5.2.3. <i>Засоренность почвы и посевов</i> .....	132
5.2.4. <i>Содержание питательных веществ</i> .....	139
5.2.5. <i>Урожайность полевых культур</i> .....	148
<b>ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА ПЛАСТА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ЗАЛЕЖЕЙ</b> .....	156
<b>ГЛАВА 7. ОСОБЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ И КОМПЛЕКСОВ</b> .....	164
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	171
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	176

## Введение

В современном земледелии обработка почвы как один из важнейших технологических процессов в АПК рассматривается в двух основных аспектах: как учение представляющее собой обширный и самостоятельный раздел научной дисциплины «общее земледелие» и как составная часть действующих зональных и идущих им на смену адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Согласно ГОСТ – 16265-80 под обработкой почвы понимают механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий с целью создания наилучших условий для возделываемых растений. Обработка почвы является наиболее мобильным средством регулирования и управления основными почвенными режимами.

В историческом развитии учение и практика обработки почвы были связаны как с величайшими достижениями, так и с трагическими, нередко катастрофическими последствиями для землепользователей и целых государств.

Проблема обработки почвы неустанно дискутировалась с третьего века до новой эры и по сей день. Особенно бурные дискуссии происходили и ведутся между сторонниками и противниками системы вспашки.

Процесс развития теории и практики почвообработки наиболее революционно происходил на протяжении 20 столетия (особенно его второй половины и начала 21 века). Именно в этот период были сделаны крупнейшие теоретические обобщения по этой проблеме, несмотря на дискуссионность многих положений.

В настоящее время уже не подлежит сомнению, что развитие учения об обработке невозможно без учения и осмысления обширного зонального и исторического материала, а также учета уже известных законов, положений, принципов и теорий, выработанных в таких науках как земледелие, почвоведение, ландшафтоведение, геология, растениеводство, метеорология, экология и многих других.

Невозможно также сомневаться в том, что единой универсальной системы обработки почвы быть не может, а выбор опти-

мальной системы обработки для конкретных производственных условий лежит в широком диапазоне всевозможных решений от традиционной системы вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, отвальных, плоскорезных минимальных обработок и их комбинаций. Этот выбор связан с экологическим разнообразием условий, уровнем интенсификации производства, в частности обеспеченностью удобрениями, пестицидами, сельскохозяйственными машинами, горюче-смазочными материалами и др. На принятие решения кроме научных рекомендаций, которые далеко не всегда и не везде имеют исчерпывающий характер (зональные НИИ и опытные станции дают, как правило, только базовые технологии, рассчитанные на среднесезонные погодные условия, а на уровне хозяйств дальнейшую адаптацию должны осуществлять местные специалисты), большое влияние оказывает местный опыт, искусство земледельца, его консерватизм (Кирюшин, 1996).

В современных условиях перспектива совершенствования систем обработки связана с их постоянной адаптацией применительно к разнообразным агроландшафтным и антропогенным факторам.

Общемировая тенденция в развитии обработки почвы заключается в ее минимализации. Сегодня в ведущих индустриальных европейских странах все более широко внедряются многооперационные системы почвообрабатывающих и почвообработывающе-посевных машин и агрегатов, совмещающих приемы обработки почвы и посева.

Высокая производительность машин и агрегатных комплексов, их высокий коэффициент надежности при эксплуатации, многооперационность в земледелии вынуждает недостаточно развитый Российский АПК приобретать технику у зарубежных транснациональных машиностроительных корпораций. В Сибири на полях уже работают трактора и комбайны фирм “John Deere”, “LeemKen”, “Claas”, “Amazone” и др. В этой технике широко представлено оборудование и приборы параллельного вождения агрегатных комплексов или их движение в режиме автопилотирования на обработке почвы и посева.

При выполнении работ машинно-транспортный агрегат ориентируется в системе глобального позиционирования (GPS и ГЛОНАСС) через высокоорбитальные космические аппараты. Одновре-

менно другой бортовой компьютер следит за выполнением технологических операций на обработке почвы и посеве культур. Он показывает скорость движения машины, глубину заделки семян, производительность, расход топлива и т.д.

Практически, аграрное производство XXI века подошло к внедрению в земледелие роботизированных комплексов.

Вместе с тем не следует возлагать больших надежд на «чудо» технику и технологию, поскольку ее эффективность во многом зависит от всех составных частей систем земледелия в целом, и кроме того, возможности сокращения (минимализации) обработки почвы ограничиваются неблагоприятными водно-физическими свойствами почв, ростом засоренности, жесткими климатическими условиями, сдерживающими микробиологическую активность почвы, накоплением в верхних частях обрабатываемого слоя вредных объектов и др., что достаточно хорошо изучено учеными Сибири (Кириюшин, 1996; Лисунов, 2002; Власенко, 1994 и др.). Учеными региона также отмечено, что процессы минимализации обработки почвы требуют нарастающего уровня химизации не только из-за роста засоренности, но и дефицита азота. При этом чем выше уровень минимализации, тем больше требуется пестицидов и удобрений.

Предбайкалье, как регион, включает Иркутскую область, примыкающую к озеру Байкал на всем его протяжении с северо-запада. Это наиболее сложный регион Восточной Сибири по природным ландшафтным условиям.

Длительный криогенный период, высокая расчлененность рельефа, большая пестрота и мозаичность в расположении земельных угодий, преимущественное расположение сельхозугодий на склонах разной экспозиции с большими различиями по мезо- и микроклимату, криволинейные границы полей, короткие сроки предпосевного и уборочного периодов, наличие в каждом хозяйстве 15-20 различных типов и подтипов почв вносят существенные поправки в зональные системы земледелия и системы ведения сельского хозяйства в целом.

Целый ряд классических теоретических и практических положений и рекомендаций, приемлемых для Европейской части страны и Западной Сибири, в условиях разных частей Восточной Сибири оказываются малоэффективными. Особенно это касается подходов к формированию севооборотов и систем обработки почвы.

Так, многолетние исследования показали, что такие широко известные и даже нередко навязываемые командными методами системы обработки по методам Т. С. Мальцева и А. И. Бараева для условий Иркутской области оказались неприемлемыми, за исключением применения некоторых приемов (тяжелых культиваторов и игольчатых борон). Более того, попытки массового внедрения этих технологий привело к зарастанию полей сорняками, особенно многолетними.

В настоящее время вновь развернута широкая компания и реклама по пропаганде так называемых ресурсо-энергосберегающих приемов и технологий обработки почвы, а фирмы-монополисты высокопроизводительной техники настойчиво предлагают хозяйствам дорогостоящую почвообрабатывающе-посевную технику.

Многолетние исследования и изучение современного опыта производства, проведение автором, показывают, что любые крайне радикальные отказы от одних приемов или чрезмерное увлечение другими сопряжены с проявлением различных негативных последствий, а зачастую следование лозунгу «природа не пашет», на практике ведет к сильнейшему засорению посевов, переходу на широкомасштабное применение гербицидов, увеличение частоты вспышек болезней и вредителей, ухудшение качества и количества продукции.

В данной монографии представлены результаты многолетних полевых исследований по сравнительному изучению разных приемов и систем обработки почвы, рассмотрена современная классификация и содержание различных приемов и систем обработки почвы, показаны положительные и отрицательные стороны отвальных, безотвальных и минимальных обработок, обоснована необходимость их сочетания и чередования в севооборотах.

Автор выражает уверенность в том, что монография будет полезна как зональное учебное пособие для студентов агрономических специальностей, а также для специалистов АПК, так как она содержит конкретные рекомендации, значительная часть которых уже используется в практике земледелия.

# ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОРУДИЙ И ПРИЕМОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

## 1.1. Основные этапы и центры развития земледелия

Чтобы разобраться и понять хотя бы схематично историю развития орудий и приемов механической обработки, необходимо иметь представление об основных этапах развития человека и древнейших очагах возникновения земледелия, что возможно восстановить только на основе археологических и сохранившихся исторических материалах и артефактах.

Политическая историческая наука выделяет пять основных типов производственных отношений между людьми, которые связаны с развитием производственных сил человеческого общества и самого человека, как важнейший составной части производственных отношений: первобытнообщинный, рабовладельческий, феодальный, капиталистический (рыночный) и современный глобализированный.

Существует еще одна общепринятая мировая научная классификация (основанная на данных археологической и других наук) последовательных этапов в историческом развитии человека, дающая важную дополнительную характеристику развития производственной деятельности человека.

Согласно этой классификации вся история развития человечества подразделяется на несколько периодов, связанных с материалом и характером тех орудий, при помощи которых человек добывал необходимые для существования материальные блага.

Древнейший из этих периодов получил название каменного века в связи с тем, что человек в это время пользовался, главным образом, каменными орудиями и еще совершенно не знал металла.

Вслед за каменным веком наступил медный век, значительно более короткий период, в течении которого человек начал пользоваться самородной медью, а затем овладел искусством выявлять этот металл из руды и изготавливать из него разные орудия.

Медный век сменился бронзовым. Используя сплав меди и олова, двух сравнительно мягких, легко поддающихся обработке

металлов, человек получил бронзу – более твердый металл, обеспечивающий лучшее качество орудий и оружия.

После бронзового века наступил железный. В отличие от меди и олова, которые редко встречаются в природе, железо является широко распространенным металлом. Начало выплавки железа и изготовления из него различных орудий дало огромный толчок к дальнейшему развитию производительных сил человеческого общества.

Каменный век – самый долгий из всех периодов человеческой истории, продолжавшийся сотни тысяч лет, подразделяется на три подпериода, или эпохи, которые получили следующие названия: палеолит, мезолит и неолит. Палеолит означает эпоху древнего камня, мезолит – эпоху среднего камня и неолит – эпоху нового камня. Эти подразделения связаны с характером и прогрессом в изготовлении каменных орудий. Каменный век исторически совпал с первобытно-общинным строем, а переход к железу – с рабовладельческим. Палеолит продолжался чрезвычайно долго, примерно с 700-600 тысяч лет до 14 тысяч лет до н.э. Этот период по Ф. Энгельсу был детством человеческого рода. В этот период орудиями охоты и быта были заостренные палки и грубо оббитые с одной стороны камни и пластины. Земледелия еще не было. Пищей людям служили съедобные части растений (плоды, семена, корни, луковицы), насекомые, животные, черви и др. Жизнь протекала на деревьях и в пещерах. В поисках пищи люди бродили по лесам, джунглям и саваннам. В этот период человек научился пользоваться и огнем, а затем и добывать его путем трения.

Около XIV тысячелетия до н.э. в ряде районов земного шара палеолит сменился мезолитом. Мезолит характеризуется дальнейшим усовершенствованием каменных орудий и изобретением лука и стрел. В эту эпоху появляются топоры из камня и кости, вкладышевые орудия и оружие в виде каменных ножей, кинжалов, которые приделывали к деревянным и костяным рукояткам, а также каменные наконечники копий и стрел.

До самого конца мезолита человек, по-видимому, еще не занимался земледелием. Собирательство диких растений в это время достигло значительного развития. В процессе своей практической деятельности по использованию диких растений человек буквально на своем «горьком опыте» научился распознавать свойства различ-

ных растений (Берлянд, 1964). Прежде всего он научился распознавать свойства различных растений, отличать полезные от вредных, выявил какие растения и какие их части можно использовать в пищу. Затем человек выяснил лекарственные свойства некоторых растений, установил возможность использования стеблей и ветвей растений для плетения циновок, корзин, а впоследствии также для изготовления веревок, ниток и различных тканей.

Человек конца мезолита, судя по отдельным археологическим находкам, собирал значительное количество зерен диких злаковых, делал из них запасы на неблагоприятное для собирательства время года. В это время появляются первые каменные зернотерки.

Неолит характеризуется изготовлением тщательно выделанных и отшлифованных орудий. В это время изобретаются и получают широкое распространение новые способы обработки камня: шлифование, трение, сверление. Появляются многообразные каменные и роговые орудия, приспособленные в основном для выполнения одной какой-либо работы: зернотерки, топоры, ножи, кирки, мотыги и др.

В эпоху неолита человек овладел гончарным искусством (ремеслом). Научился изготавливать глиняную посуду и различную утварь.

В поселениях неолитического человека археологи нашли многочисленные предметы искусства: статуэтки из глины, камня, кости, дерева и украшения. В это время появляются первые деревни, состоящие вначале из очень примитивных сооружений: землянок, хижин из плетенных стен, с крышами из пальмовых листьев и т.п. В быту получают широкое распространение посуда и утварь сначала из дерева, а затем из глины, плетенные корзины из льна, тростника или лозы.

Хорошо выделанный топор из камня дает возможность, правда с большой затратой труда, обрабатывать бревна, изготавливать доски для постройки жилищ. Огонь в сочетании с топором дает возможность изготавливать лодки из цельного дерева.

Большие успехи в охоте, рыбной ловле и собирательстве делают человека неолита более оседлым, привязанным к определенной местности.

Неолит продолжался примерно до IV тысячелетия до н.э. Надо отметить, что цифры, определяющие начало и конец этих

древних периодов весьма условны, так как темпы развития человеческого общества были неодинаковы в разных местах.

Еще в XIX веке можно было встретить в отдельных частях земного шара людей, пользовавшихся каменными орудиями и еще не знавших металлов (например папуасы в Новой Гвинее). Поэтому приводимые нами даты начала и конца отдельных периодов являются приблизительными и относятся в основном к наиболее передовой части человечества.

В самом конце мезолита и начале неолита многими племенами в разных частях земного шара был, по-видимому, впервые совершен переход от собирательства, охоты и рыбной ловли к земледелию и скотоводству, причем эти новые отрасли общественного производства с самого начала являлись лишь дополнительными источниками пищи.

Произошло это не менее 10 тысяч лет назад в нескольких наиболее теплых местах нашей планеты с наиболее плодородными в естественном состоянии почвами: в междуречье Тигра и Евфрата (ныне Ирак), в долине Нила (Египет), Палестине, Иране и на юге Средней Азии.

Самые древние из известных в настоящее время науке следов первобытного земледелия относятся к VII-VI тысячелетиям до н.э. Эти следы обнаружены в пещерах Эль-Вад и других, на горе Кармель в Палестине, близ г. Хайфры. Последние археологические материалы позволяют говорить о существовании семи самостоятельных и древнейших очагов появления земледелия на которые указывал выдающийся советский ученый Н.И. Вавилов (1932):

1. Юго-Западная Азия, охватывающая Малую Азию, Иран, Афганистан, Среднюю Азию, Закавказье, Северо-Западную Индию, где возделывались мягкие сорта пшеницы, рожь, лен, фруктовые деревья (яблони, груши, сладкая вишня, виноград) многие овощи (бобы, горох, морковь и др.). Сельскохозяйственные методы труда в этих центрах долгое время оставались и кое-где остаются сейчас примитивными, но здесь возникли первые агротехнические способы земледелия, многие ранние орудия, появились тягловые животные вместе с пашенным земледелием.

2. Индия (долины Инда и Ганга) и прилегающие части Индокитая (Бирма, Таиланд). Здесь культивировался рис, виды голого

овса, голый ячмень, просо, соя, сахарный тростник, азиатские виды хлопка, тропические фруктовые деревья.

3. Долины больших рек в Восточном и Центральном Китае – центры цитрусовых, персика, чая, тутового дерева, редиса и других растений. Здесь возникли своеобразные орудия для ручного труда и приемы работы, практиковавшиеся в Японии, Индонезии, на филиппинском архипелаге.

4. Средиземноморье, включая Пиренейский, Аппенинский и Балканский полуострова, побережье Малой Азии, Сирию, Палестину, Египет, Алжир, Тунис и Марокко. Главные растения – оливы, инжир, овес, горох, а также пшеница и ячмень, заимствованные из других центров.

5. Эфиопия – центр первичного возникновения пшеницы, ячменя, сорго, кофе.

6. Южная Мексика – центр маиса, горного хлопка, какао и др.

7. Перу и Боливия – первоначальное культивирование картофеля, наиболее важного из огородных культур, а также перец, тыква, бобы и др.

Развитие систем земледелия происходило в тесной связи с ростом и совершенствованием земледельческой техники (Халанский, 1974).

## **1.2. История развития орудий механической обработки почвы**

Уровень имеющихся орудий обработки почвы определял в первую очередь (и определяет) историческое развитие и смену систем земледелия.

Конструкция пахотного орудия определялась, главным образом, характером работы и особенностями той или иной первоначальной системы полевого земледелия. Сама возможность применения какой-либо из этих систем обуславливалась изобретением или заимствованием извне типа пахотного орудия, соответствовавшего этой системе земледелия.

Первые орудия обработки представляли собой примитивные устройства, заимствованные у природы. Таким была, например, палка-копалка (рис.1). Ею делали в земле лунки, в которые опуска-

ли семена. Это первое изобретенное человеком орудие просуществовало тысячелетия. Папуасы Новой Гвинеи пользовались орудиями из дерева, камня, кости, а индейцы Северной Америки почву взрыхляли с помощью мотыг, палок, лопат.

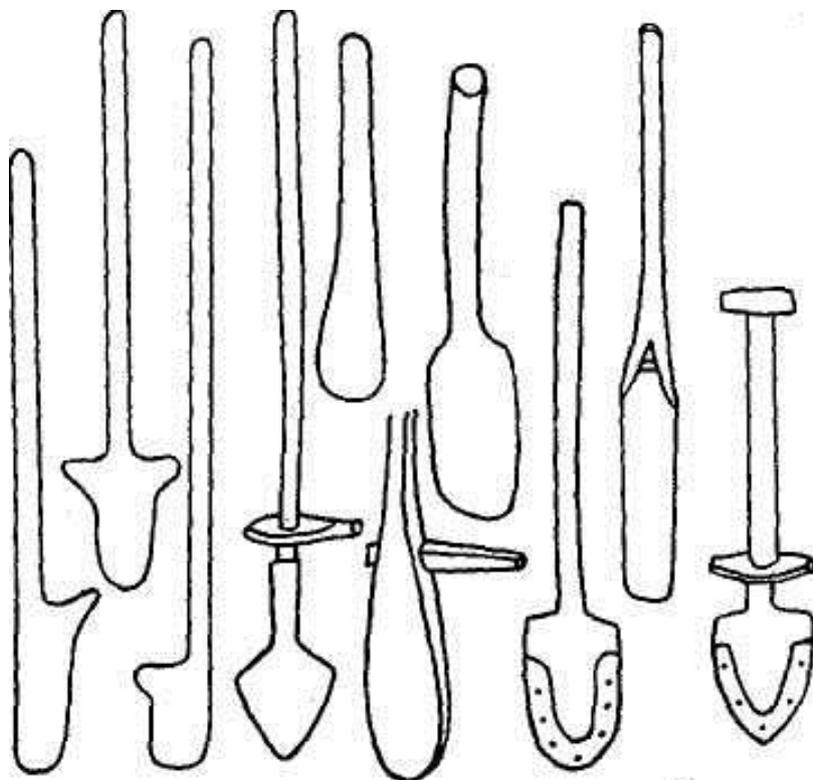


Рис. 1. Эволюция земледельческих орудий от земляной палки до обитой железом лопаты с двойной педалью

Первую мотыгу изготовили из деревянной палки, привязав к ней острый камень. При отсутствии камней лопаты и мотыги изготавливали целиком из дерева. Деревянные мотыги широко применялись в Египте. В некоторых странах мотыги делали из костей и рогов диких и домашних животных. Костяные мотыги археологи находили в древнейших поселениях верхнего палеолита (рис.2).

Огромное значение мотыги в земледелии нашло отражение в мифологии. В шумерской (Ирак) мифологии существует сказание о создании мотыги верховным богом Шумер-Энлилем. Автор мифа всячески восхвалял достоинства мотыги, которая по его словам, сделана из чистого золота с лазуритовым наконечником.

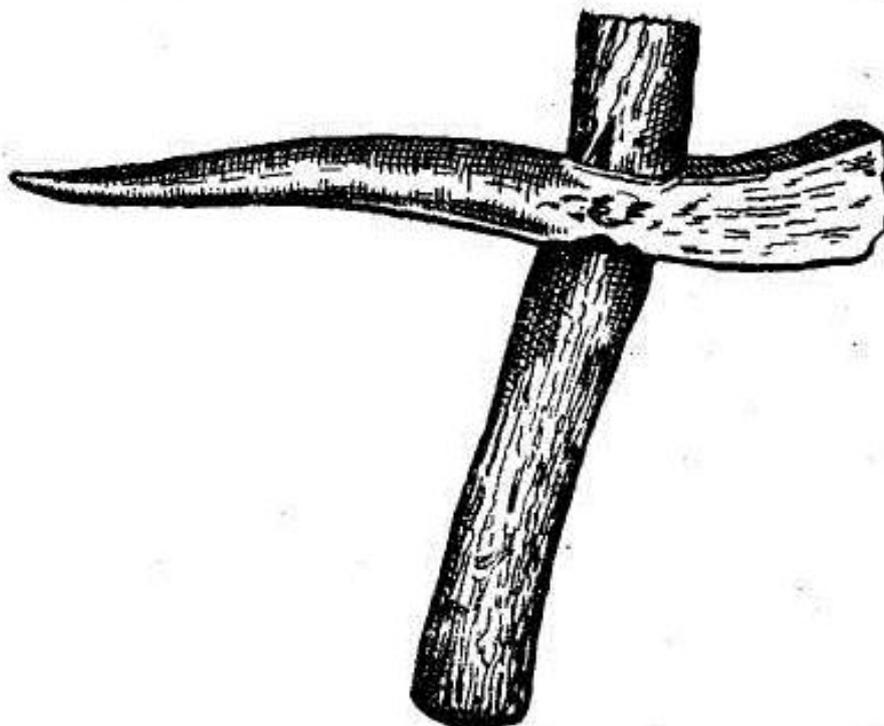


Рис. 2. Костяная мотыга

Мотыга не стала ахронизмом, она сохранилась в виде тямки кола, кетменя, и широко применяется, особенно в слаборазвитых странах Азии, Африки и Латинской Америки.

Палке-копалке соответствовала самая примитивная система земледелия – болотная, а мотыге – мотыжная или огородная. Каменными орудиями люди научились делать палку плоской, заостренной к низу – такая палка уже походила на деревянную лопату. Со временем к палке с сукон стали крепить заостренный камень, раковину, щит черепахи, олений рог и т.п. По мере роста первобытного населения посевные площади (злаковых) расширялись. Для повышения производительности при рыхлении почвы земледельцы стали волочить свои орудия – палку с сукон или мотыгу по земле за собой (рис.3).

Это вызвало появление другого новшества, когда к верхнему концу орудия стали приделывать поперечину, за которое орудие могли тянуть уже два человека. Со временем орудия для земледелия стали делать более прочными и более массивными. Чтобы использовать волочение, использовали ременную лямку. Это была уже своего рода упряжка, а само орудие представляло собой точное подобие плуга. Постепенно люди приручили животных и использовали их в качестве тягла на ранних работах.

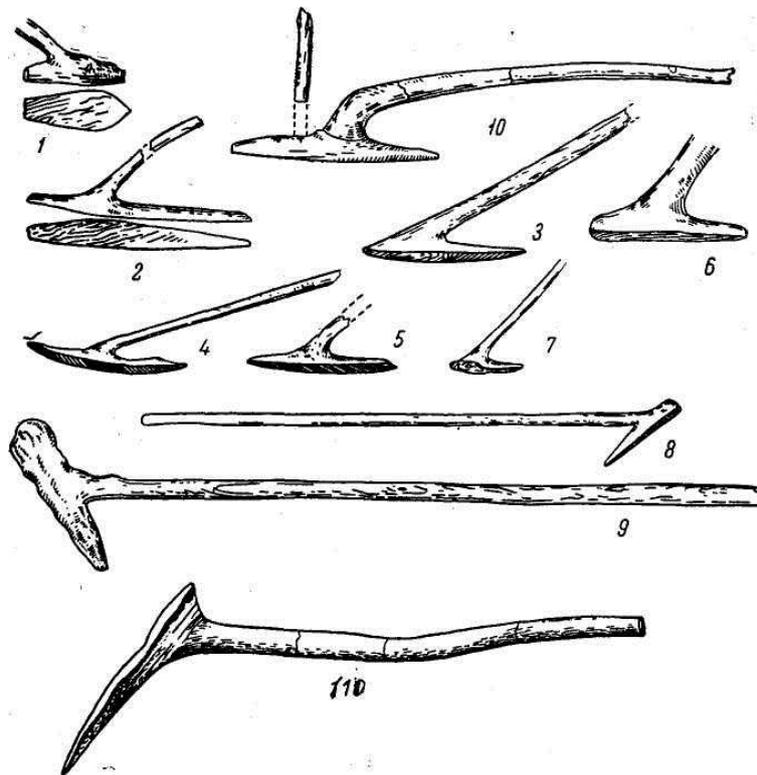


Рис. 3. Бороздовые орудия — предшественники ранних плугов  
 1 — подошвенная часть бороздового орудия из Михельсберга (Швейцария); 2—4, 7, 11 — орудия из Эгольцвиля III (Швейцария); s — из Ледро (Альпы); б — из Хицкирх-Сеемате (Альпы); 8 — бороздовый крюк из Китая; 9 — бороздовая палка из Бургешизе-Зюд (Швейцария); 10 — «соха» из Веббенструба (Дания).

Наиболее изученным очагом культуры доантичного периода является древняя Месопотамия, территория которая была расположена в междуречье Тигра и Евфрата.

В начале IV тысячелетия до нашей эры там образовалось государство Шумер. В Шумерских раскопках находили каменные наконечники мотыг, изображения плугов: вначале они были довольно легкими, целиком деревянными, а позже — более тяжелыми. Впрягали в них двух, а то и четырех быков. Лемеха плугов со временем стали делать из бронзы. На одном из найденных при раскопках рисунках на глиняной дощечке изображен целый комбинированный посевной агрегат. Рядом с пахарем идет сеятель с корзиной, наполненной зерном; зерно он не сыплет по полю, а сыплет в воронку, откуда оно по длинной трубке, прикрепленной к плугу падает в борозду. Это прообраз современных почвообрабатывающе-посевных комплексов (Скорняков, 1917).

Сведения о применявшихся в античные времена (древние Греция и Рим в I-VIII века до н.э) сельскохозяйственных орудиях были крайне скудны, хотя о сельском хозяйстве в разные века много писали Геспод, Теофраст, Плиний Старший, Катон, Варрон, Колумелла, Вергилий и др.).

Дешевый рабский труд не стимулировал развитие средств труда. Долгое время они оставались такими же, какими их переняли греки и римляне от земледельцев предыдущей эпохи. Лишь с началом производства железа в земледельческие орудия стали вноситься некоторые совершенствования. Древнейшее пахотное орудие, заимствованное римлянами у народов – предшественников, было целиком деревянным. К дышлу спереди крепилось ярмо, в которое впрягались волы, а иногда и рабы (рис.4). Сделанная из естественного сука или другого куска дерева собственно рабочая часть крепилась на дышле и была направлена вниз, к верхней части была приделана ручка-держак. Такое примитивное орудие усилием нужно было давить в землю, и оно могло слегка лишь бороздить (крошить) ее. Это в известной мере устраивало земледельцев, когда они обрабатывали уже свободные земли, однако для распашки целины и многолетних залежей такое орудие было малопригодным, но появился металл (сначала бронза, а затем железо), а за ним и изготовленные из него наконечники, насаживаемые на рабочую часть плуга – наральники. Это облегчило вдавливание плуга в землю, но не изменило принципа его работы. Со временем к стойке плуга и наральнику стали крепить наклонную отвальную доску, которая уже смогла переворачивать пласт.

Управлять плугом с отвалом с одной ручкой было трудно и иногда стали делать две ручки. Плуг с отвалом мог переворачивать пласт земли, но не отделял пласта от соседней, нетронутой дернины. Сделать это помог укрепленный на дышле впереди отвала железный нож-обрез. Однако в таком виде плуг не удовлетворял античных земледельцев. Чтобы удерживать его на должной глубине пахоты и обеспечить ровную ширину захвата, нужно было приложить немалую силу и умение, поэтому придумали отделить грядиль от днища упряжки. Впереди грядиля вначале установили полозок, затем одно опорное колесо, а затем и два. Так был достигнут равномерный ход плуга и его регулировка по глубине и ширине захвата. Эти плуги появились только в конце римской эпохи, затем забыты

и много веков спустя их пришлось изобретать заново (Скорняков, 1977).

В средние века, после смены рабовладельческого строя на феодальный, а древнего мира на средневековье, во время правления Карла Великого (768-814г.г), во французском государстве, господствующем на европейском материке мотыжное земледелие заменяется плужным – сначала в монастырях у феодалов, а затем у некоторой части крестьян. Плуги были в основном двух типов: малый рало и тяжелый с передком.

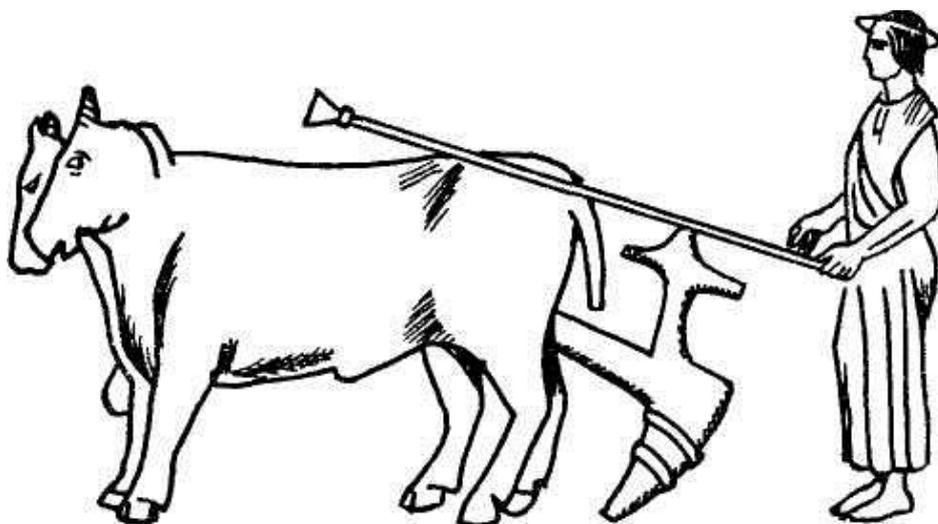


Рис. 4. Первобытный римский плуг

Со временем появилась деревянная борона с железными зубьями. На уборке кроме серпов стали применять косы. Вводилось двух- и трехполье, хотя оставалась и переложная система земледелия. Трехполье вводилось в основном в королевских и монастырских владениях. Издавалась агрономическая литература – главным образом античных авторов. Вся наука сосредотачивалась тогда в монастырях. Поэтому авторами агрономической литературы были церковные деятели. Их сочинения повторяли в основном то, о чем много веков тому назад уже писали римляне, и лишь отдельные мысли и рекомендации могли претендовать на новизну. Интересны они тем, что отражают уровень агрономической мысли того времени.

Наиболее выдающимся из этих авторов был немец Альберт Великий (Альберт фон Бельштедт, 1193-1280 гг.) – доминиканский монах, создавший значительное для того времени произведение «О растениях». Значение пахоты Альберт понимал почти по-

современному. “Вспашка и вскапывание вообще соединяют в себе четыре пользы. Первая – открывание земли, вторая – уравнивание, третье – перемешивание, четвертая – рыхление..., следует нижние слои поднимать выше, а верхние углублять путем вспашки или вскапывания, чтобы сила земли, уравновешенная и объединенная в одну силу, двигала бы и оплодотворяла корни растений...”.

В VII веке в Англии появился ряд сельскохозяйственных трактатов, где появились сведения о введении парового четырехполья, а также лемеха и плуга, примитивного отвала и подвижного башмака на грядиле для регулирования глубины пахоты.

В конце средних веков в Европе господствовала трехпольная система земледелия с установившимся чередованием культур: пар, озимые, яровые, зерновые. При такой системе пар должен был оставаться чистым – ничем не засеиваться. При этом за счет ряда мер должно было поддерживаться плодородие почвы (вносится навоз, уничтожаются сорняки в течение года несколькими обработками, накапливается влага). На практике же из-за недостатка кормов поле, как правило, служило до середины лета выпасом для скота. Осенью на паровом поле высевали озимые, на следующий год яровые (в основном овес), и затем земля снова отводилась под пар. Такой севооборот был типично зерновым.

В XVII-XVIII веках в основных странах Европы закончилась эпоха феодализма, на смену ей пришел капиталистический строй.

На территории средневековой России создание государственности и развитие земледельческой культуры происходило позже, чем в западноевропейских странах, и имело некоторые особенности.

В VI-VIII веках, то есть в период раннего средневековья, территории европейской части нашей страны была заселена отдельными земледельческими славянскими племенами. Пашенное земледелие, с древности известные на юге, к этому времени достигло северных славянских земель.

В IX-XII веках восточнославянские племена объединились в мощное феодальное государство – Киевскую Русь. В конце XV века сложилось Русское государство во главе с Москвой. Условия для земледелия по-разному складывались в северных и южных районах. В VI веке на Руси в южных (степных) районах сложилась залежная, а позже (в результате сокращения срока залежей) переложная система земледелия; в северных подсечно-огневая и лесопольная. В

период становления Киевской Руси основным пахотным орудием было рало, представляющее собой обрезок дубового или грабового дерева с заостренным на конце суком и ручной – держак. Более совершенное рало имело две ручки. Со временем на заостренный сук рала стали насаживать железный наконечник с небольшой треугольной лопастью – наральником. При работе наральник находился под углом  $45^\circ$  к поверхности земли. Но даже с таким наконечником рало могло только прорезать дерновый слой и лишь несколько взрыхлять его. Между тем при распашке целинных и залежных земель необходимо было подрезать пласт и по возможности перевернуть его. Добиться этого удалось изменением формы лопасти наральника и ее положения относительно земли: лопасть стали делать более широкой и ставить уже не под углом, а горизонтально. Такая лопасть шла параллельно поверхности земли и подрезала пласт снизу. Можно сказать, что наральник стал выполнять работу, подобную той, которую выполняли лемех современного плуга. Появление такого наральника явилось важным технологическим новшеством в земледелии средневековой Руси.

Вслед за наральником было создано приспособление для отвала пласта в виде деревянной доски, а затем чересло-массивный нож, которым отрезался пласт. К орудиям такого типа относится малороссийский плуг – сабан. С виду это было довольно громоздкое и тяжелое орудие двухметровой длины. Толстый грядиль, широкий полоз, отвальная доска и две его рукоятки были деревянными.

На переднюю часть полоза насаживался железный лемех, впереди его на грядиле крепился нож. Передняя часть грядиля опиралась на колесный передок. Тащили сабан не менее двух-трех пар волов. Сабан хорошо оборачивал и плотно укладывал дернистый пласт в соседнюю борозду. Для заделки семян поверхностный слой почвы, обработанный сабаном, нуждался лишь в небольшом бороновании.

Главной конструктивной особенностью этого пахотного орудия было то, что оно имело горизонтальный деревянный полоз. Отсюда ученые делают предположение, что слово “плуг” произошло от слова “полоз”. Так, в чешском и сербском языках русское слово “плуг” произносится как “плаз”, в польском “плог” и “плуз”.

В «Повести временных лет» - древнейшем летописном своде Киевской Руси, написанном примерно в 1113 г., упоминается о пахотном орудии – рале. Из княжеских указов видно, что в Древней Руси рало было единицей княжеского обложения крестьян податью. В начале XIV века обложение стало уже поплужным. Из этого можно заключить, что плуги вместо рала распространились на Руси примерно в XIII веке. Некоторые первые на Руси орудия показаны на рисунке 5.

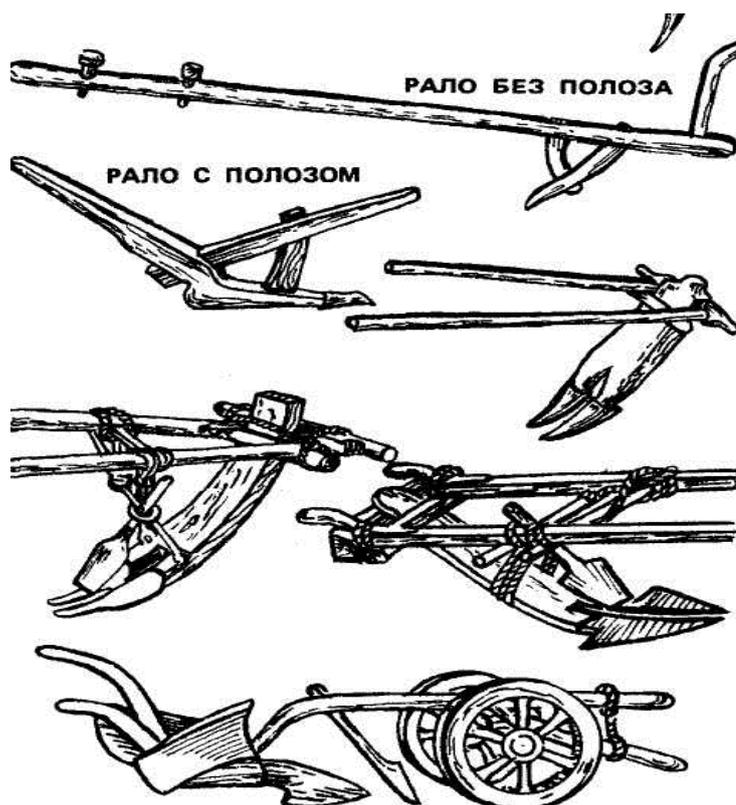


Рис. 5. Некоторые почвообрабатывающие орудия, применяемые в Древней Руси

Дальнейшим усовершенствованием плуга было то, что его стали делать целиком железным с однобокими лемехом и отвалом. С внедрением ассиметричного лемеха пахотное орудие стало плугом в современном его понимании. Из археологических данных и рисунков в летописях явствует, что в Киевской Руси применялись плуги и с колесным передком.

В Северных лесных районах, где была распространена подсечная система земледелия, усовершенствование пахотных орудий шло несколько иным путем. Здесь после вырубki и сжигания леса

не оставалось задернутой поверхности земли, которая требовала бы для своего оборачивания больших усилий. В тоже время здесь было много камней и крупных валунов ледникового периода, пней и корней деревьев. Обрабатывать такую землю тяжелым орудием с горизонтальным полозом не представлялось возможным. Поэтому земледельцы этих мест издревле использовали безотвальное рало, преобразованное впоследствии в соху.

От рала соха отличается тем, что первое было однозубовым орудием, а вторая двух- и даже многозубовой (рис. 6).

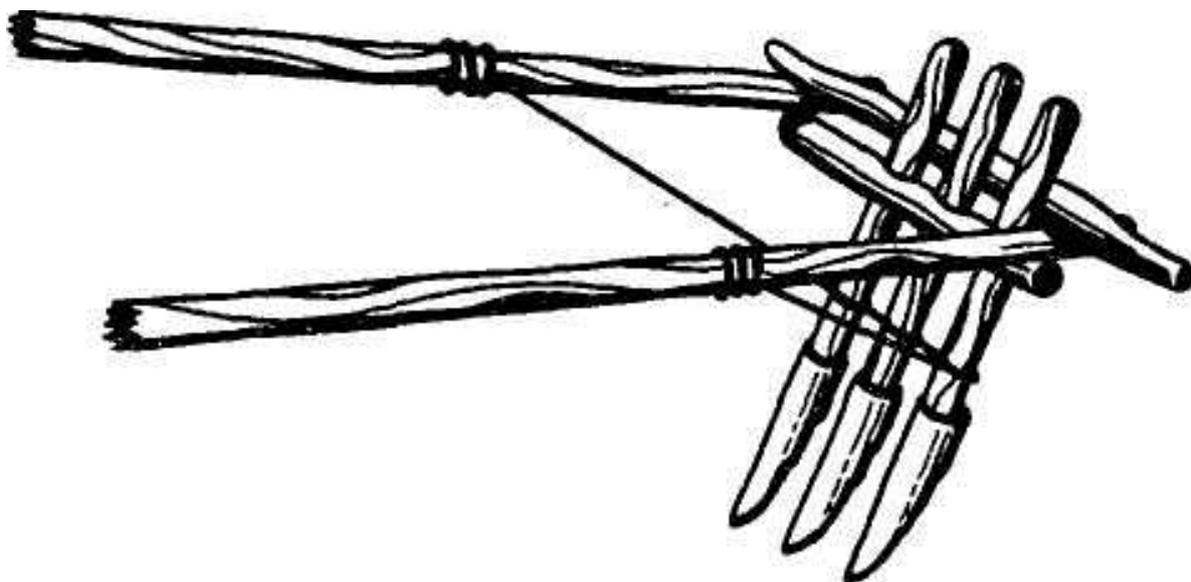


Рис. 6. Многозубовая соха

От плуга же оба орудия отличаются отсутствием полоза (подошвы) и крутизной установки рабочих органов.

При вспашке сохой лошадь впрягали в оглобли, к которым почти под прямым углом крепилась деревянная рассоха с железными сошниками. В задней части оглобель делались две небольшие поперечные ручки. Соха была сравнительно легкой; ее можно было выдернуть и приподнять при наезде на пень, сук или камень.

Сохой можно было вспахать почву на глубину не более 12 см. Когда же при обработке освобожденных уже от пней и корней участков понадобилось в какой-то мере отваливать пласт земли, то к сохе стали добавлять полицу – приспособление в виде небольшой лопатки. Переставляя полицу, можно было отваливать пласт то на одну, то на другую сторону. Благодаря легко переставляемой полице на пашне не образовывалось свальных гребней и развальных бо-

розд, что было крайне важно при пахоте узких крестьянских полос (рис. 7).

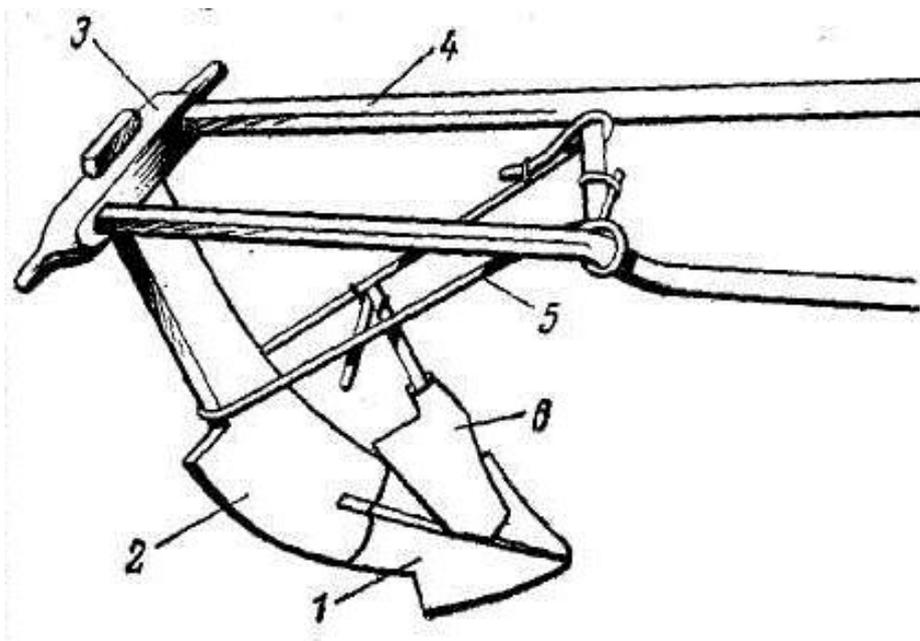
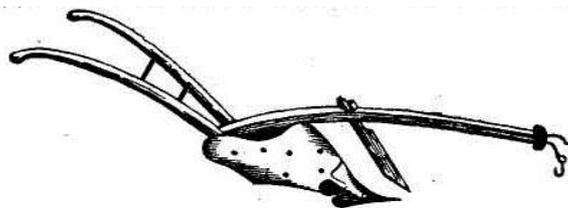


Рис.7 Соха с полицей

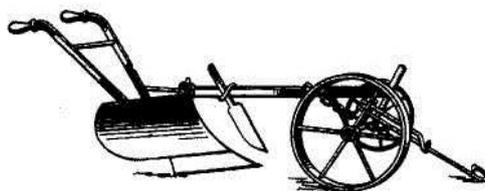
По характеру работы старинные русские орудия делились на три группы: первые только бороздят почву и к ним относятся рало, однозубовая великорусская черкуша и однозубовые сохи без полицы; вторые уже пахут, это соха с полицей; третьи “орут”, т.е. сбоку обрезают пласт, снизу его подрезают и в той или иной мере переворачивают. К третьей группе относятся плуг, косуля, сабан. Совершенствование плугов шло длительное время. Поскольку плуги чаще всего во всем мире ранее изготавливались отдельными ремесленниками в кустарных мастерских, они часто назывались по местности первоначального изготовления: брабантский – по провинции в Бельгии, роттердамский – по провинции в Голландии и т.д. (рис.8).

Каждый изготовитель в зависимости от своей изобретательности или от требований потребителей вносил что-то свое, и поэтому в отдельных деталях плугов было большое разнообразие.

С развитием земледелия увеличился спрос на сельскохозяйственные машины и, в первую очередь, на плуги. Кустарное их производство уже не могло удовлетворять возросший спрос.



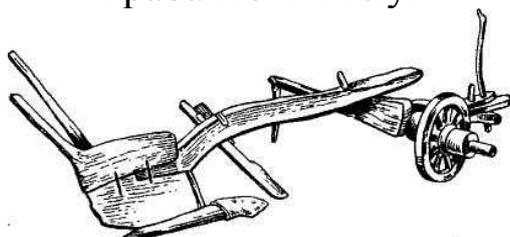
Роттердамский плуг



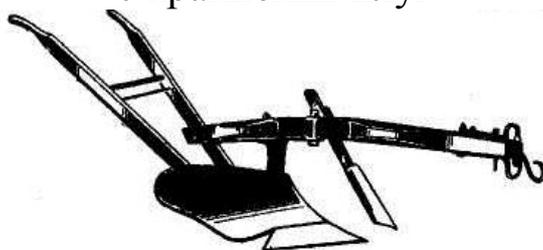
Колонистский плуг



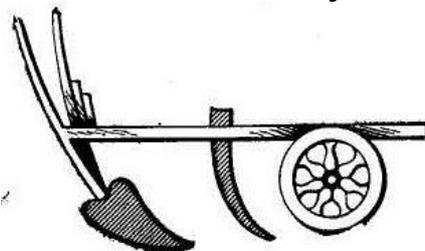
Брабантский плуг



Украинский плуг



Рязанский плуг



Первый плуг с колесным передком

Рис. 8. Плуги, изготавливаемые ремесленниками в кустарных мастерских

Первый в мире завод по производству плугов был построен в Англии в 1763 году часовых дел мастером Джеймсом Смоллом. Д. Смолл много занимался совершенствованием лемеха и отвала. Лемеху он придал рациональную форму, а отвал сделал вогнутым и вытянутым. Такой отвал хорошо обрачивал задернелый и влажный слой почвы. На плуге впервые был установлен регулятор тяги для изменения глубины вспашки. Первые плуги выковывались или отливались из чугуна. Однако чугунные плуги быстро изнашивались и выходили из строя, выкрашивались на каменистых почвах.

Сталь для изготовления лемеха впервые применил в 1833 году американский кузнец Джон Лен из Чикаго, а первый стальной плуг построил американский кузнец Джон Дир в 1833 году, основавший всемирно известную фирму по производству сельскохозяйственных машин и орудий. Вначале на плугах применялись винтовые и полувинтовые отвалы, которые плохо крошили обернутый пласт почвы. В связи с этим начали создаваться дополнительные орудия для его разделки: в 1798 году Вильям Ластер создал цельнометаллическую борону; в 1782 г. английский механик Джеймс Кук изобрел ложечный высевающий аппарат; в 1803 г. англичанин Дукет впервые предложил сошник для образования борозд и заделки семян; в 1830 году конструктор сеялок Альбан соединил сеялку с пропашником, установив сошники на концах семяпроводов.

Появление таких сеялок ставило новые требования к обработке почвы. Почва должна быть хорошо разрыхлена и раскрошена, чего не мог сделать плуг. Поэтому поиски орудий, способных приготавливать почву для успешной работы сеялок с сошниками, продолжались и завершились изобретением культиватора, зубовой бороны «зигзаг», луговой бороны.

Попытка приспособить плуг с винтовыми отвалами для распашки земель с песчаной несвязанной почвой, а также полей после уборки пропашных культур оказалась неудачной. Дело в том, что на таких почвах нет пласта и делать оборот незачем. Почва нуждается не столько в обороте пласта, сколько в крошении и перемешивании почвенного слоя. Сделать это с помощью винтового отвала было нельзя.

В начале XIX века чешские конструкторы – братья Веверка из Богемии создали, так называемый, рухадловый (от слова «рухадло»

- крошить, рушить) отвал, имеющий форму цилиндрической поверхности.

Значительные изменения в конструкцию плугов внесли немецкие изобретатели, впоследствии промышленники Эккерт и Р. Сакк. В 1845 году Эккерт укрепил на колесном передке железную раму для регулирования глубины пахоты. Он отказался от старого колесного передка с колесами одного диаметра. Когда одно колесо катилось по полю, а другое – по дну борозды, плуг сильно перекашивало. Поэтому Эккерт предложил делать колеса разного диаметра: бороздковое – большим, полевое – малым.

Быстро распространившись по Европе, плуги Эккерта пересекли океан и попали в Америку. Но они работают только при вспашке на глубину до 20-22 см. поэтому для более глубокой пахоты (под картофель, сахарную свеклу) стали нередко применять два плуга, пуская их следом один за другим. Первый проводил борозду, а второй, идя по дну борозды, углублял ее. Зная такое положение, Эккерт решил установить перед основным корпусом небольшой корпус – предплужник. Так появился универсальный плуг для пахоты на различную глубину.

Эккерт также впервые построил многокорпусные плуги, применил на них рычажный механизм подъема плуга и регулирования глубины.

Мелкие фермеры не могли пользоваться дорогими и различными конструкциями плугов, поэтому они старались найти такую конструкцию конного плуга, которая бы позволяла обрабатывать различные почвы. Такой плуг в 1863 г. создал немецкий крестьянин Рудольф Сакк. Он впервые построил культурный отвал, который и поныне находит широкое применение. Этот отвал занимает промежуточное положение между винтовым и цилиндрическим. Отвал хорошо крошит и оборачивает пласт почвы (рис.9).

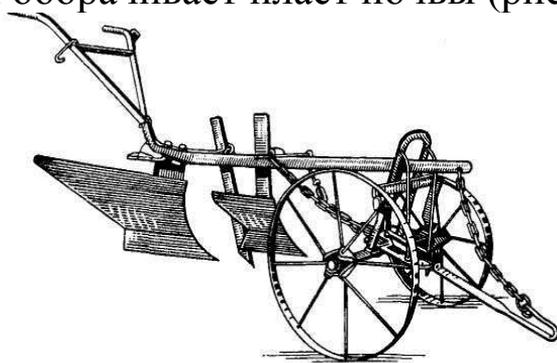


Рис 9. Конный однокорпусный плуг (тип Сакка)

Плуги Сакка оказались настолько пригодными для условий русского сельского хозяйства, что до 1914 года их в Россию ежегодно завозилось до 100000 штук. Р. Сакку также принадлежит первенство в создании оборотных плугов ( для гладкой вспашки).

В России производство плугов в отдельных мастерских было начато еще в 19 в., а первое промышленное производство с 1802г. на предприятии Х. Вильсона в Москве.

Впервые глубоко научную теорию отвала – основного элемента любого плуга разработал выдающийся русский ученый, основоположник земледельческой механики академик Василий Прохорович Горячкин (1868-1935). Идеи и расчеты В.П. Горячкина в настоящее время используются при изготовлении современных плугов. В настоящее время работа по совершенствованию конструкции плугов продолжается. Создано целое семейство навесных, прицепных и полуприцепных плугов, адаптивных к разным маркам тракторов и почвенно-климатическим условиям.

Мы сейчас хорошо знаем, что всякое орудие для почвообработки при определенных условиях может принести большую пользу и наоборот, может нанести колоссальный вред. История развития плужной обработки показала, что плуг оказался двуликим, как древний бог Янус. Как в прошлом, так и в настоящем времени он мог стать другом земледельца, и его врагом.

Его можно уподобить ножу: в руках хирурга нож средство излечения, в руках убийцы – средство уничтожения.

Произвольная распашка степей, вырубка лесов, сжигание растительности, огромные поля, ежегодная вспашка, многократное дискование, боронование, культивация и прикатывание, а так же не правильное чередование культур в повсеместном и шаблонном применении оголяет, распыляет, обезвоживает почву, ведут к развитию эрозионных процессов.

Еще в конце 19 в. от обычного плуга отказался известный русский агроном И.В. Овсинский, управляющий имениями Бессарабской губернии. Предложена им «новая система земледелия» предусматривала поверхностную обработку почвы и посева по мере появления сорняков на глубину 5 см. Для этой цели И.В. Овсинский применял многокорпусные плужки с небольшими безотвальными корпусами (рис. 10). Первоначально эта система имела шумный

успех, но потом смелого экспериментатора раскритиковали масти-  
тые профессора, и его система на время была забыта.

Позднее, в 1913г. от плуга полностью отказался французский  
фермер Жан. Обработку почвы он проводил пружинным культиватором на глубину 3 – 4 см. следующий раз глубину обработки увеличивал на 1 – 2 см. и так за несколько проходов доводил общую глубину обработки до 20см, высевая одну или две однолетние культуры. Он получал устойчиво высокие урожаи – до 40 ц овса с гектара.

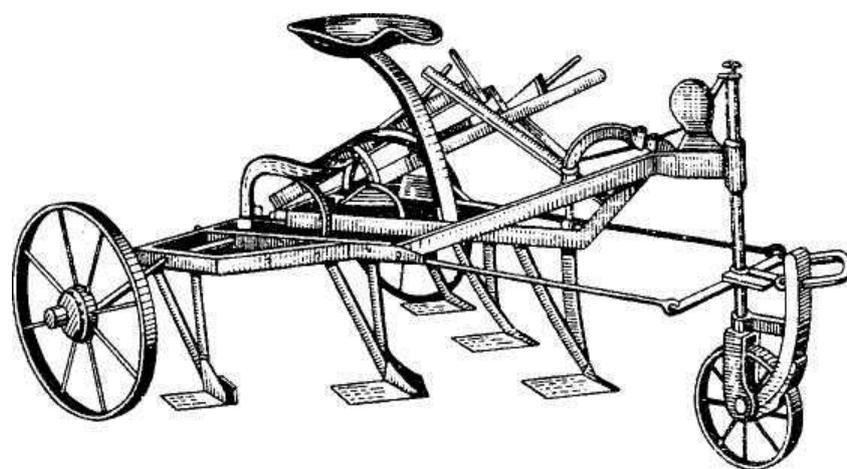


Рис. 10. Культиватор И. Овсинского

Но наиболее яростным и убежденным противником плуга был американский фермер Э. Фолкнер, написавший и выпустивший книгу «Безумие пахаря». Какими только не лестными эпитетами он называет плуг: « плуг - традиция. Плуг – это величайшее проклятие земле. Применение плуга фактически уничтожило продуктивность наших почв. Но можно добавить, что уничтожило к счастью временно. Отвальный плуг является злодеем в мировой сельскохозяйственной драме, чем больше и лучше плуг, тем опустошительней его действие».

Фолкнер так же как и Овсинский считал, что почва в естественном состоянии обладает достаточно хорошей проницаемостью для воздуха и воды благодаря ходам и каналам, проделанным дождевыми червями, насекомыми и оставшимся от корней растений.

Фолкнера постигла такая же участь как его предшественника Овсинского. Американские ученые встретили его рекомендации в штыки, несмотря на то, что он не считал свои предложения новыми.

Он писал, что его идеи настолько стары, что по справедливости могут быть названы новыми.

Стары потому, что безотвальная вспашка преобладала в далеком прошлом, когда во многих странах земледельцы применяли сохи, сабаны, косули, омачи и другие орудия, имеющие лишь заточенные формы или совсем не имеющие устройств для оборачивания пласта. В связи с этим нет смысла искать пионера безотвальной обработки почвы.

В 30-е гг. идею мелкой вспашки в засушливых условиях пропагандировал А.М. Тулайков. Однако поля стали зарастать сорняками, и Тулайков признал свою ошибку. Тем не менее, за это и по другим причинам в 30-е гг. он был репрессирован и расстрелян во времена сталинского режима.

В нашей стране первым отказался от отвального плуга Т.С. Мальцев, почетный академик ВАСХНИЛ. Им была разработана система безотвальной обработки почвы специальными плугами без отвалов его собственной конструкции (рис.11). Суть его системы заключалась в поверхностной обработке почвы луцильником с периодической глубокой вспашкой безотвальным плугом собственной конструкцией в пару.

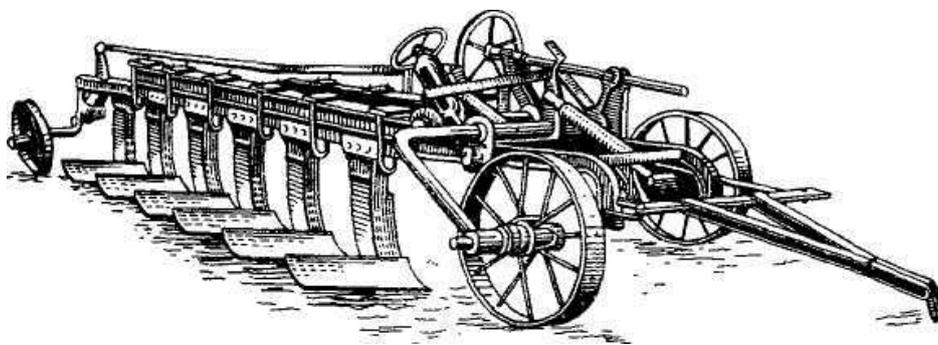


Рис. 11. Плуг конструкции Т.С. Мальцева

Однако следует отметить, что система Т.С. Мальцева «работала» в силу того, что его система обработки была тесно увязана с соответствующим севооборотом, поздними сроками посева зерновых культур и крайне дотошными и скурпулезными мерами борьбы с сорняками. Достаточно отметить, что Т.С. Мальцев практически ежедневно отслеживал состояние своих полей (даже боронил после каждого дождя) и тут же принимал те или иные меры. И Овсинский,

и Жан, и Фолкнер получали при своих системах достаточно высокие урожаи, но, однако стоило их системы перенести в другие зоны и ими начинали заниматься обычные агрономы – практические результаты всегда оказывались плачевными.

Следующий этап в развитии безотвальной обработки почвы был вызван развитием масштабных процессов эрозии (дефляция) на распаханых почвах в США, Канаде, степных районах Сибири и Северного Казахстана. Впервые в России к 80-м гг. XX века более чем на 50 млн. га стало применяться так называемая почвозащитная система земледелия, разработанная в ВНИИЗХ (Шортанды) в Казахстане под руководством академика А.И. Бараева. Система основывалась на применении плоскорезущих орудий для основной, паровой и предпосевной обработки и специальных стерневых сеялок для прямого посева по стерне и по плоскорезным обработкам. Выдающимся достижением этой системы было то, что впервые значительные теоретические исследования привели к созданию масштабного производства новых сельскохозяйственных машин и орудий для всего комплекса почвообработки и посева, внесения удобрений. Справедливости ради следует отметить, что в основу этой техники легли образцы зарубежной техники для безотвальной обработки (США и Канада). Испытание этой системы в стране проводилось почти во всех регионах в СССР и Российской Федерации.

В результате ее копирования по системе разработчиков были получены как положительные, так и отрицательные результаты.

Опыт ее освоения в Западной и Восточной Сибири уже в 70-е годы показал, что отсутствие оборота пласта и сохранение на поверхности полей стерни надежно защищает почву от эрозии и дефляции, однако, сопровождается накоплением большого количества сорняков, снижением процессов нитрификации и ростом численности вредителей и болезней. В конечном итоге это требует все возрастающих доз средств химизации.

В настоящее время среди большинства ученых и практиков Сибири сформировалось устойчивое мнение о том, что обработка почвы в севооборотах должна быть комбинированной.

Современный арсенал машин и орудий для почвообработки, а также ассортимент средств защиты растений дает агрономам такие широкие возможности, что всегда можно выбрать для своего хозяй-

ства наиболее адаптивный вариант, исходя из экономического состояния и, конечно, профессиональной подготовки специалистов.

В настоящее время сводить идеи бережливого земледелия к принципу пахать - не пахать не столько наивно, сколько вредно. Сельское хозяйство России сегодня имеет широкий спектр предлагаемых на рынке машин (как дорогих, так и относительно дешевых), обеспечивающих те или иные технологии и хозяйства могут делать выбор, исходя из стратегии и реальных возможностей. Критерием выбора здесь является не модные термины (нулевая, минимальная и т.д.), а технологии и машины, обеспечивающие все необходимые требования к возделываемым культурам.

Формулу успеха при обработке почвы можно описать как сумму трех составляющих, в наибольшей степени влияющих на качественные и количественные показатели производства растениеводческой продукции: влагосбережение + создание выровненного и оптимального физического состояние посевного слоя с хорошей взаимосвязью с подпахотными горизонтами + уничтожение сорняков. Задачу повышения эффективного плодородия должны решать удобрения, помогать бороться с сорняками гербициды. Все это должно осуществляться в системе адаптивных и освоенных севооборотов.

### **1.3. Этапы развития обработки почвы в Предбайкалье**

История обработки почвы в Восточной Сибири вообще и Иркутской губернии в частности, связана с яровой пшеницей - основной продовольственной культурой.

Наиболее подробные сведения о обработке почвы под пшеницу в прошлом можно почерпнуть из работ В.Е. Писарева (1922) и П.А. Яхтенфельда (1961).

Особенностью культуры яровой пшеницы являлся ее посев исключительно по пару. Если в Западной Сибири основным севооборотом был трехпольный: пар – пшеница – пшеница, то в Восточной пшеница возделывалась в двухпольном севообороте (пар – пшеница) и значительно реже сеялась по вспаханной весной стерне («жнивях»). Вот как описывает обработку почвы под яровую пшеницу В.Е. Писарев: «нередко встретить посеvy пшеницы по трех-

рядным парам, т. е. по тройной вспашке. Пары под пшеницу в большей части губернии начинают пахать числа 10 – 15 июня нов. ст., то есть по окончанию всех работ по посеву яровых хлебов. Конечно, колебания момента первой пахоты наблюдается и в одной и той же местности, так, например, более зажиточные, состоятельные хозяева, богатые кормами и посевным инвентарем начинают пахать пары гораздо раньше хозяев, когда для корма их лошадей отрастет трава.

На первый раз, обыкновенно пашут неглубоко, вершка на 1 ½ - 2. Старожилое население пашет до сих пор в большей части губернии «сабанами» или «колесухами» - род самодельного плуга с колесным передком; запряжка лошадей – одна в оглоблях, вторая сбоку, пристяжная. Производительность сабана очень значительна: до  $\frac{3}{4}$  казенной десятины в день, но качество пахоты не высокое смотря по хозяину, умеет ли он «налаживать» сабан или нет.

Последнее время начинают постепенно распространяться железные, заводские плуги, в особенности в тех районах, где старожилы соприкасаются с переселенцами, сразу заводящими при приходе на новые места плуги.

Но приверженность старожилов к оглобленной запряжке настолько сильна, что они умудряются пристраивать оглобли к передковому плугу.

Бороньба вспаханных паров производится не сразу, а через 1 ½ - 2 недели, когда по выражению старожилов, земля «скиснет», сделается «пышной».

Это несколько запоздалая бороньба носит скорее характер лущения, так как за 2-х недельный срок поля уже успевают покрываться молодыми всходами сорных трав. Только на более тяжелых глинистых почвах борьбу старожил боится откладывать, чтобы пашня не засохла и не образовала больших комьев от которых, впоследствии трудно уже избавиться. В этом случае боронят почти вслед за пахотой. Боронуют в первый раз в среднем в два следа.

Первая вспашка паров с бороньбой в губернии, в общем, кончается к 10-м числам июля. Приблизительно с этого же срока наиболее старательные и обеспеченные хозяева начинают вспашку паров на второй ряд. К этому времени поля уже вновь успевают покрываться сорной растительностью.

Вторая вспашка производится глубже: на почвах более легких пахут до трех вершков, на суглинках можно встретить и четырехвершковую вспашку. Впрочем, здесь возможны различные изменения, в зависимости от характера подпочвы. Эта перепашка паров заканчивается к концу июля, а за ней следует и бороньба.

В случае усиленного развития сорняков пахут еще раз, в таком случае получается «трехрядный пар». Обычно он боронится, так как и в пластах, не боронованной пашни старожил почти никогда на зиму не оставит.

Исключение составляет маломощные хозяйства, которые весной сеют по не заборонованной пашне, затем семена заделывают бороной. Но, как правило, следует отметить, что в Иркутской губернии старожил, путем долгого опыта рядом поколений, пришел к необходимости производить посев яровых; в том числе и особенно пшеницы, не на соху (т.е. под борону), а под соху. Обычно весной на приготовленной с осени, то есть заборонованной пашне рассеивают семена, затем их запахивают и потом поле боронуют».

Посевы пшеницы по парам и в общем преобладании паровых посевов и остальных хлебов, за исключением овса, по-видимому, объясняется свойствами почв Восточной Сибири которые несмотря на богатства гумусом, запас нитратов, а возможно и других необходимых для растения питательных веществ, содержат в усвояемой форме только после хорошей паровой обработки. Так, по крайней мере, можно толковать результаты первых работ по вопросу накопления нитратов на разных парах, произведенных в химической лаборатории Тулунской опытной станции. По целине, по пласту в Восточной Сибири пшеницу совершенно не сеют.

Насколько значительна роль паровой обработки для культуры пшеницы, показывает результаты Баяндаевского опытного поля, где посевы пшеницы «по жнивью» давали понижение против «пшеницы по пару» на 50% и более. Такова роль пара для пшеницы. Это на свежих и очень урожайных почвах, распаханых в Баяндае только в 1912 году. И только в виде редкого исключения можно встретить посев пшеницы по жнивью в том случае, когда хозяин имеет дело с заведомо поздним сортом и боится, что на паровой земле он будет долго «нежиться» и попадет незрелым под ранний заморозок.

Как видим, обработка почвы была довольно мелкая. В дальнейшем – в 30-х гг. – в связи с переходом на тракторную обработку

почвы изменилась лишь глубина вспашки. В.Е. Писарев отмечал самую глубокую четырехвершковую вспашку (на глубину 18 см) как сравнительно редкое исключение; в 30-х же годах XX века вспашка на 18-20 см, а иногда и глубже стала нормой.

Культурная вспашка плугами с предплужниками стала применяться примерно в 1947 году, когда такие плуги стали поступать в МТС (машино-транспортные станции). Раньше почти не пахали на зябь, а теперь эта обработка является основной. Также редко в Сибири применялась и предпосевная культивация, а эта работа чаще проводилась дисковыми луцильниками. Культурная вспашка теоретически, впервые в 30-е годы была обоснована академиком В.Р. Вильямсом, а практически она рекомендовалась повсеместно, при этом до такой зяблевой обработки рекомендовалось послеуборочное лушение стерни, для провокации сорняков. Однако лушение стерни в условиях короткого послеуборочного периода затягивало сроки подъема зяби и этот прием в Восточной Сибири не нашел применения. Было установлено, что чем раньше поднимается зябь (конец июля начало августа), тем она эффективней. Следующий этап в развитии обработки почвы в Иркутской области был связан с необходимостью освоения целинных и залежных земель, так как особенно в военные и послевоенные годы таких земель было очень много.

Академик В.Р. Вильямс рекомендовал поднимать пласт таких земель в поздние сроки и так же повсеместно.

В Предбайкалье, впервые, серьезный отпор шаблонному подходу к обработке почвы был сделан А.И. Кузнецовой (1938), когда вопреки учению Вильямса о позднем подъеме пласта многолетних трав во всех зонах СССР, она доказала, что в условиях Восточной Сибири высокою эффективностью обеспечивает ранний июльский подъем пласта трав.

Следующий этап был связан с проверкой идей и системы обработки по методу Т.С. Мальцева, который полностью отвергал отвальную обработку. Всесторонняя проверка системы Т.С. Мальцева не показала в условиях нашего региона каких либо преимуществ перед обычной обработкой (Минина, 1964).

В 70-е годы в Восточной Сибири в целом и Предбайкалье исследования проводились под влиянием идей и проверки почвозащитной системы земледелия академика А.И. Бараева. Однако ис-

следованиями С.Е. Дроговоза (1970), А.Г. Белых (1977), В.М. Архипкина (1975), Н.П. Васильева(1984), В.Н. Романова(1984), В.И. Солодуна (1986) был сделан вывод о том, что из той системы, какой она была принята в условиях Северного Казахстана и степных районах Западной Сибири, для Иркутской области оказались приемлемы только отдельные элементы и орудия и, в частности, применение плоскорезов - глубокорыхлителей (КПГ-250, КПГ – 2 – 150) в засушливые годы в зернопаровых севооборотах, использование игольчатых борон (БИГ – 3) и тяжелых культиваторов (КПЭ – 3,8) для паровой и предпосевной обработки.

Хорошо также зарекомендовали кулисные пары, а полосное размещение культур из-за сильно пересеченного рельефа вообще не нашло применения.

В 70-е годы в степных и ряде лесостепных - районах Предбайкалья отмечался период активной ветровой эрозии, что было обусловлено целым рядом засушливых лет, высокой распаханностью открытых степных пространств, большой долей (до 65 – 70%) зерновых культур и почти полным отсутствием на пашне защищающих почву многолетних трав.

Эти обстоятельства вызвали командно–административный нажим партийных и советских органов на безусловное внедрение плоскорезной системы обработки почвы и малопригодных (как показали последующие исследования) стерневых сеялок СЗС – 9 и СЗС – 2,1 для прямого посева по плоскорезной обработке.

Бессистемное применение плоскорезов и стерневых сеялок без соответствующего шлейфа машин и орудий, гербицидов при неосвоенных севооборотах, небольшом удельном весе в структуре пашни чистого пара (8-10%) привело, с одной стороны, к сильному засорению полей, а с другой – к полной компроментации почвозащитной техники и технологии, постановке плоскорезов и стерневых сеялок « под заборы». В результате верх опять взяла традиционная система вспашки.

Однако под влиянием идей, выработанных Т.С. Мальцевым, А.И. Бараевым и его сотрудниками, ранее высказанными Фолкнером и Овсинским, а так же противоречивой, и иногда удачной, а иногда нет практикой внедрения приемов безотвальной обработки почвы, в разных регионах страны и мира в земледелии возникло новое научное направление в обработке почвы – ее минимализации.

В 80 – е и особенно в 90-е г., когда был начат переход к рыночным отношениям и резко возросли цены на энергоресурсы, проблема обработки почвы из необходимости почвозащиты и гумусосбережения перешла в плоскость необходимости ресурсосбережения.

С этого времени производство потребовало однозначного решения: обработка почвы, как наиболее дорогостоящий процесс в земледелии ( до 45-50% затрат на технологический цикл по возделыванию культур) должна быть дешевле, а следовательно, ежегодная энергоемкая система вспашки в условиях рынка оказалась малоприемлемой. Необходимость ресурсосбережения привела к тому, что целый ряд отечественных, как правило, региональных фирм стали налаживать производство безотвальных и комбинированных почвообрабатывающих орудий и сеялок, а экономически сильные хозяйства закупать высокоэффективные образцы зарубежной ресурсосберегающей техники («конкорды», «смарагды», «компакторы» и др.).

Необходимо отметить, что теоретические исследования по сравнительной оценке разных приемов и систем обработки почвы с различными почвообрабатывающими и посевными агрегатами в Иркутском НИИСХ и Иркутской ГСХА непрерывно велись с начала 70-х годов.

По проблематике, так или иначе связанной с обработкой почвы защищено около 15 кандидатских и одна докторская диссертации (Солодун, 2003). В результате было установлено, что Предбайкалье, как и вся Восточная Сибирь имеет ряд специфических почвенно-климатических условий, которые определяют возможности адаптации разных приемов и орудий обработки почвы:

- преобладание в регионе почв тяжелого гранулометрического состава, высокая плотность почвы;

- короткий период активной вегетации для полевых культур и период микробиологической деятельности, длительный криогенный период;

- большое разнообразие агроландшафтов, типов и подтипов почв, преобладание холмисто-увалистого рельефа, склонов, большая разбросанность по территории землепользования полей севооборотов (пестрополье) и т.д.

Эти условия ограничивают возможности широкой минимализации обработки почвы и требуют дифференцированного подхода к построению систем обработки почвы.

В результате многолетних исследований автора и были выработаны те основополагающие принципы и методы построения систем обработки, которые и будут представлены ниже в главах 2-6.

## **ГЛАВА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБОСНОВАНИЕ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

### **2.1. Классификация систем, технологий, способов, приёмов и технологических операций механической обработки почвы**

Значение классификации важно для любой отрасли знания. Без неё бесчисленное множество изучаемых предметов и явлений окажется необозримым, хаотичным, где бывает трудно отличить простое от сложного и наоборот. Через систему систематизации и классификации изучаемые предметы, объекты и явления группируются или объединяются в определённые категории, классы, системы, типы, роды, виды и т.д.

Правильно разработанная, научно-обоснованная классификация позволяет не только привести в систему знания в определенной отрасли науки, но и представляет возможность предвидеть новое. В земледелии почти все разделы достаточно систематизированы (классификация севооборотов, сорняков, систем земледелия). По процессу обработки почвы, даже в последних учебниках, слово «классификация» отсутствует. О большой путанице в трактовке разных терминов и понятий по обработке почвы довольно подробно писал профессор Иркутского СХИ А.Г. Белых (1973), который разработал дифференцированную, хотя и не лишённую недостатков классификацию. Впервые, классификацию обработки почвы дал академик В.Р. Вильямс в 1938 году (Вильямс, 1951), где все имеющиеся в то время приёмы механической обработки он свёл в 3 крупные системы: систему основной (зяблевой) обработки почвы, систему предпосевной обработки и систему ухода за растениями. Затем, в учебнике «Земледелие», Д.И. Буров (1972) на более низком уровне (после систем) выделил способы обработки, ещё ниже - приёмы обработки. Здесь же он выделил общие и специальные приёмы обработки. В 2000 году в учебнике «Земледелие» А.Я. Рассадин, излагая главу о приёмах обработки, пишет, что приёмы выполняются разными способами. В главе о минимальной обработке уже употребляется термин «технологии». Изучая дисциплину «Земледелие» на агрономических специальностях ВУЗов студентам и малоопытным пре-

подавателям весьма непросто разобраться в сложной иерархии терминов по обработке почвы. Такая мало определённая ситуация отражается даже на правильной трактовке терминологии в кандидатских и докторских диссертациях. Например, употребление терминов: отвальная вспашка, безотвальная вспашка, плужная обработка, бесплужная обработка — это результат отсутствия понятной классификации. Или, например: «эффективность способов обработки выщелоченных чернозёмов...», непонятно, о чём идет речь - о механических способах обработки почвы или о химических, или о биологических и вообще, идёт ли речь о системах или приёмах, в севообороте или под отдельную культуру и т.д. Необходимо отметить, что и в ГОСТ 16265-80 нет понятий «способ», «технологическая операция», «технология», хотя на практике эти термины имеют широкое распространение. Более того, как в ГОСТе, так и в учебниках просматривается явная тенденция избегать конкретных классификационных терминов и их замена на общее выражение «обработка почвы». Конечно, развитие науки значительно определяет процедуру гостирования, однако неизменность ГОСТа в течение 25-30 лет недопустима, особенно при таком бурном развитии приёмов и систем обработки почвы, которое произошло в конце 20-го века.

В данной работе мы попытались провести систематизацию терминов и понятий по обработке почвы и классифицировать их, не нарушая уже устоявшихся в учебниках и ГОСТах терминов, а также раскрыть их основную суть и содержание, не претендуя на какой-либо окончательный вариант.

На наш взгляд, в системе классификации механической обработки почвы следует выделить 5 классификационных единиц (уровней):

1. Системы обработки почвы.
2. Технологии обработки почвы.
3. Способы обработки почвы.
4. Приёмы обработки почвы.
5. Технологические операции обработки почвы.

Высшей классификационной единицей в иерархии процесса обработки является *система обработки почвы* (табл.1)

Таблица 1

Классификация систем, технологий, способов, приемов и технологических операций механической обработки почвы

Классификационные системы	Признаки, определяющие классификацию	Классификационные уровни и их состав
1	2	3
1. Система обработки почвы (высшая единица в классификационной иерархии)	по территориальному признаку	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в регионе</li> <li>• в зоне</li> <li>• в районах</li> <li>• в хозяйстве</li> <li>• в севообороте</li> </ul>
	по особенностям используемых земель	<ul style="list-style-type: none"> <li>• на богарных</li> <li>• на орошаемых</li> <li>• на осушенных</li> <li>• на засоленных</li> <li>• на склоновых</li> <li>• на эродированных</li> <li>• на дерново-подзолистых</li> <li>• на черноземах</li> <li>• на солонцах и болотных почвах</li> </ul>
	по целевому назначению	<ul style="list-style-type: none"> <li>• почвозащитная</li> <li>• противозэрозийная</li> <li>• ресурсосберегающая</li> <li>• влагосберегающая и др.</li> </ul>
	по типам и видам севооборотов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• В полевых</li> <li>• В кормовых</li> <li>• В специальных</li> <li>• В зернопаровых</li> <li>• В зернопаропропашных и др.</li> </ul>

Продолжение таблицы 1

1	2	3
	по совокупности или по сочетанию и чередованию приемов обработки в севооборотах	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отвальная</li> <li>• безотвальная</li> <li>• комбинированная (отвально-плоскорезная, отвально-чизельная, плоскорезно - отвальная и др.)</li> </ul>
2. Технологии обработки почвы	по типам паров и биологическим группам культур, входящих в схемы севооборотов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в парах (чистых, занятых, сидеральных и др.)</li> <li>• полупаровая</li> <li>• под однолетние культуры сплошного посева</li> <li>• под пропашные</li> <li>• под озимые и др.</li> <li>• из-под культур сплошного посева</li> <li>• из-под многолетних трав</li> <li>• из-под пропашных</li> </ul>
	по сезонам и периодам года	<ul style="list-style-type: none"> <li>• весенняя</li> <li>• летняя</li> <li>• летне-осенняя (зяблевая)</li> <li>• предпосевная</li> <li>• послепосевная</li> <li>• междурядная и др.</li> </ul>
	по совокупности или сочетанию и чередованию отдельных приемов, выполняемых под отдельные культуры (или после них) и в парах	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отвальная</li> <li>• безотвальная</li> <li>• минимальная (сокращенная, совмещенная, полосная и др.)</li> <li>• комбинированная</li> <li>• специальная</li> </ul>

Продолжение таблицы 1

1	2	3
3. Способы обработки почвы	по группам приемов, объединяемых специфическими требованиями, предъявляемыми к обработке	<ul style="list-style-type: none"> <li>• с оборачиванием обрабатываемого слоя на 180 или 135°</li> <li>• без оборачивания обрабатываемого слоя</li> <li>• с интенсивным перемешиванием частей обрабатываемого слоя</li> <li>• с взаимным перемещением частей обрабатываемого слоя или с их отдельной обработкой отвальными рабочими органами</li> <li>• с комбинированным воздействием на разные части или отдельную часть обрабатываемого слоя различными рабочими органами</li> </ul>
4. Приемы обработки почвы	по способам (принципам и методам) воздействия рабочими органами орудий на обрабатываемый слой почвы или его части	<p>1. Общие приёмы:</p> <p>а) группа приемов с полным оборотом пласта на 180°:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• культурная вспашка плугами с предплужниками</li> <li>• вспашка плугами с винтовыми и полувинтовыми отвалами</li> <li>• вспашка оборотными и фронтальными плугами</li> </ul> <p>б) группа приемов с неполным оборотом пласта (взмет пласта) на 135°:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вспашка плугами с цилиндрическими отвалами (рухадловыми)</li> </ul> <p>вспашка плугами без предплужников с культурными отвалами</p>

Продолжение таблицы 1

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• вспашка плантажными плугами с отвальными рабочими органами</li> </ul> <p>в) группа приемов без оборота пласта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• по методу Т.С. Мальцева</li> <li>• стойками СибИМЭ</li> <li>• парашлау</li> <li>• безотвальная обработка плугами без отвалов</li> <li>• плоскорезная обработка (рыхление)</li> <li>• чизельная обработка</li> <li>• обработка комбинированным почвообрабатывающими и посевными агрегатами и комплексами (совмещенная)</li> </ul> <p>г) группа приемов с интенсивным перемешиванием:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• фрезерная</li> <li>• роторная</li> </ul> <p>2. Специальные приемы:</p> <p>а) с взаимным перемещением частей обрабатываемого слоя или с их отдельной обработкой отвальными рабочими органами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• двухслойная (двухъярусная)</li> <li>• трехслойная (трехъярусная)</li> </ul> <p>б) с комбинированным воздействием на разные части или отдельную часть обрабатываемого слоя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• гребнистая вспашка</li> <li>• ступенчатая вспашка</li> <li>• комбинированная вспашка</li> <li>• вспашка с вырезными отвалами</li> </ul>

Продолжение таблицы 1

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• вспашка дисковыми плугами</li> <li>• плантажная, двухъярусная и трехъярусная обработка с набором отвальных и безотвальных рабочих органов и др.</li> </ul> <p>3. Дополнительные:</p> <p>а) с созданием на поверхности почвы микрорельефа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лункование</li> <li>• гребневание</li> <li style="padding-left: 40px;">грядообразование</li> <li>• бороздование</li> <li>• поделка микролиманов и др.</li> </ul> <p>б) с обработкой почвы ниже основного обрабатываемого слоя отдельно или в агрегате с другими общими и специальными приемами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• кротование</li> <li>• щелевание</li> <li>• почвоуглубление</li> <li style="padding-left: 40px;">глубококорыхление и др.</li> </ul>
	<p>по глубине обработки:</p>	<p>1. Поверхностная (до 8 см) и мелкая (8-16 см):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лушение</li> <li>• дискование</li> <li>• культивация</li> <li>• боронование</li> <li>• прикатывание</li> <li>• шлейфование</li> <li>• малование</li> <li>• окучивание</li> </ul> <p>2. Основная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормальная (обычная) на 16-24 см</li> <li>• глубокая &gt;24</li> <li>• плантажная &gt;40 см</li> </ul>

1	2	3
5. Технологические операции (низшая единица в классификационной иерархии)	по воздействию на физическое состояние и свойства почвы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• оборачивание</li> <li>• рыхление</li> <li>• крошение</li> <li>• перемешивание</li> <li>• уплотнение</li> <li>• выравнивание</li> <li>• подрезание слоя почвы и сорняков</li> <li>• мульчирование, измельчение соломы (сохранение стерни)</li> </ul>

Система обработки почвы - это совокупность различных приемов, выполняемых в севообороте, хозяйстве, районе, зоне, регионе.

Каждая система может состоять только из системы основной (самой глубокой под культуры) обработки и системы обработки почвы в целом (включающей и приёмы, и способы, и технологии) в севообороте, хозяйстве и т.д.

На системы обработка почвы подразделяется по четырём основным признакам:

1. По территориальному.
2. По особенностям используемых земель и типов почв.
3. По целевому назначению.
4. По типам и видам севооборотов.

Пример: почвозащитная система обработки черноземных почв в полевых севооборотах лесостепной зоны Восточной Сибири.

Следующим более низким уровнем (единицей) классификации являются *технологии обработки почвы*.

Технология обработки почвы - это совокупность разных приемов обработки, выполняемых в определённой последовательности под отдельные культуры севооборотов и в парах, по сезонам и периодам полевых работ.

Технологии обработки классифицируются по трем основным признакам:

1. По типам паров и биологическим группам возделываемых культур, входящих в схемы севооборотов.

2. По сезонам и периодам года.

3. По совокупности, сочетанию и чередованию отдельных приёмов, выполняемых под отдельные культуры (или после них) и в парах.

Пример: минимальная технология обработки чистых паров под зерновые культуры на тёмно-серых лесных почвах лесостепной зоны Иркутской области.

Далее, по убыванию следующей классификационной единицей является *способ обработки почвы*.

Способ обработки почвы – это совокупность или группа приёмов объединяемых специфическими требованиями к обработке почвы, в основе которых лежит определенный принцип (метод) воздействия на обрабатываемый слой. К настоящему времени изучено и применяется в практике 5 основных способов обработки:

1. С оборачиванием обрабатываемого слоя (пласта) на 180° или 135°.
2. Без оборачивания обрабатываемого слоя (без оборота пласта).
3. С интенсивным перемешиванием частей пахотного слоя.
4. С взаимным перемещением частей обрабатываемого слоя или с их раздельной обработкой отвальными рабочими органами.
5. С комбинированным воздействием на разные части или отдельную часть обрабатываемого слоя различными рабочими органами.

Исходя из данных способов применяют и соответствующие приёмы, объединённые в группы, близкие к одному из этих 5 способов.

Кроме того, что все приёмы группируют и делят по способам, их ещё подразделяют на *общие, специальные и дополнительные*.

Приём обработки - это однократное (разовое за один проход) воздействие на почву рабочих органов какого-либо одного почвообрабатывающего орудия. При каждом приёме обработки выполняется одновременно несколько (2-3 и более) технологических операций.

Общие приёмы - это наиболее массовые, широко распространённые приёмы.

Специальные приёмы - это специфические приёмы на отдельных типах почв с неблагоприятными физическими и агрохимическими свойствами, условиями увлажнения, а также занятых нетипичными фитоценозами (закустаренные, задернённые, заболоченные, дерново-подзолистые и др.).

Дополнительные приёмы - это приёмы дополняющие определённые общие или специальные приёмы для выполнения тоже специальных задач; например: лункование, щелевание, бороздование, мульчирование и др. Дополнительные приёмы могут выполняться самостоятельно после проведения общих и специальных приёмов или в одном агрегате с основным приёмом (в виде приставок, приспособлений и др.).

По глубине приёмы делятся на приёмы поверхностной (до 8см), мелкой (8-16 см), обычной (16-24 см) и глубокой или сверхглубокой (плантажной) обработки (>40 см).

Самой низшей классификационной единицей в классификации обработки почвы является *технологическая операция (или технологический процесс)*.

Технологическая операция - это процесс воздействия на почву определёнными рабочими органами машины и орудий в целях создания требуемых для растений оптимальных физических условий и свойств почвы. К ним относятся: оборачивание, рыхление, выравнивание, уплотнение и т.д.

Представленная классификация, на наш взгляд, существенно не отличается от общепринятой, она более детализировано охватывает весь спектр применяемых приёмов и создаёт более или менее целостную и вполне доступную систему классификации, где впервые сделана обоснованная попытка разграничить «полномочия» между «системами», «технологиями», «способами» и «приёмами» механической обработки почвы.

Далее рассмотрим содержание основных групп применяемых приёмов механической обработки почвы.

## **2.2. Группа приемов отвальной обработки почвы (вспашки)**

В основу классификации и выделения этой группы положен принцип (способ) полного или не полного оборота всего обрабатываемого слоя почвы (пласта).

К этой группе с полным оборотом пласта на 180 градусов относятся следующие общие приемы: культурная вспашка плугами с предплужниками и культурными отвалами, вспашка плугами с винтовыми и полувинтовыми отвалами, вспашка оборотными и фрон-

тальными плугами. С неполным оборотом пласта относят приемы, когда пласты ложатся один к другому под углом 45 градусов, а оборачивание происходит только на 135 градусов. Такая вспашка носит название взмет пласта.

Взмет пласта может осуществляться: плугами с цилиндрическими (рухадловыми) отвалами, обычными плугами без предплужников, плугами для плантажной вспашки (в силу большого объема пласта, толщиной 40 см., полный оборот пласта невозможен).

На оборачивание, крошение, рыхление обрабатываемого слоя оказывает влияние форма отвала и скорость движения агрегата. Плуги по форме отвала делятся на культурные (эллиптические), цилиндрические, винтовые и полувинтовые (рис.12).

Плуги с цилиндрической формой отвала применяют на почвах легкого гранулометрического состава, а так же на полях из-под пропашных культур. Они неплохо крошат, но плохо оборачивают пласт.

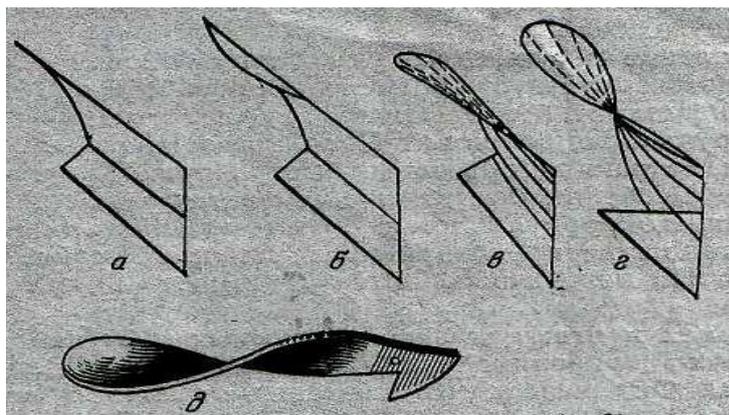


Рис.12. Типы отвалов плужных корпусов:

а – цилиндрический; б – культурный; в – полувинтовой; г, д – винтовой.

Культурна вспашка. Культурный отвал отличается от цилиндрического тем, что его задняя часть имеет винтообразную поверхность, поэтому при хорошем крошении достигается лучшее оборачивание, чем при цилиндрическом отвале.

Используемые для вспашки старопахотных почв, современные плуги в основном снабжены культурными отвалами, которые хорошо крошат, рыхлят, оборачивают пласт и заделывают органические остатки. Вспашка с такими отвалами и предплужниками получила название культурной. Впервые, основательное теоретиче-

ское обоснование культурной вспашки в 30-е годы прошлого века дал академик В.Р. Вильямс, основоположник травопольной системы земледелия. При культурной вспашке впереди корпуса плуга ставят предплужник, который с помощью дискового ножа отрезает верхнюю часть пахотного слоя на глубину 8-12 см. с шириной  $\frac{2}{3}$  ширины захвата корпуса и сбрасывает ее на дно борозды (рис.13).

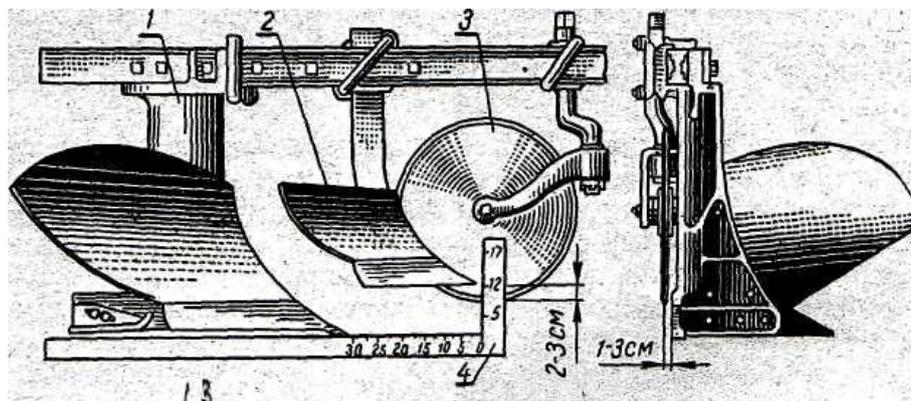


Рис.13. Установка предплужника и дискового ножа.  
1 – корпус плуга; 2 – предплужник; 3 – дисковый нож; 4 - угольник

Основной корпус плуга поднимает нижележащий слой. Крошит его и засыпает сброшенный пласт. Нормальной считалась культурная вспашка на глубину 20-22 см.

Плуги с винтовыми и полувинтовыми отвалами не снабжаются предплужниками, они наиболее полно оборачивают пласт, но плохо его крошат.

Поэтому их применяют для вспашки тяжелых по гранулометрическому составу почв, многолетних трав, сильно задернелых, вновь осваиваемых и болотных почв. Лучшее качество вспашки, особенно сильно задернелых почв обеспечивает фронтальный плуг типа ПФ – 2А. Он снабжен двумя корпусами (лево – и правооборачивающий пласт), который оборачивает пласты на 180 градусов. Дополнительный корпус, установленный за основным корпусом (заплужник), подрезает нижние ребра пластов и совместно с основными корпусами укладывает пласты в борозды.

В настоящее время во многих регионах для вспашки широко используют оборотные плуги (рис.14). При использовании этих плугов вспашка получается гладкой без свальных гребней и развальных

борозд. Кроме того, их применение не требует разбивки поля на загоны, а вспашка ведется челночным способом.

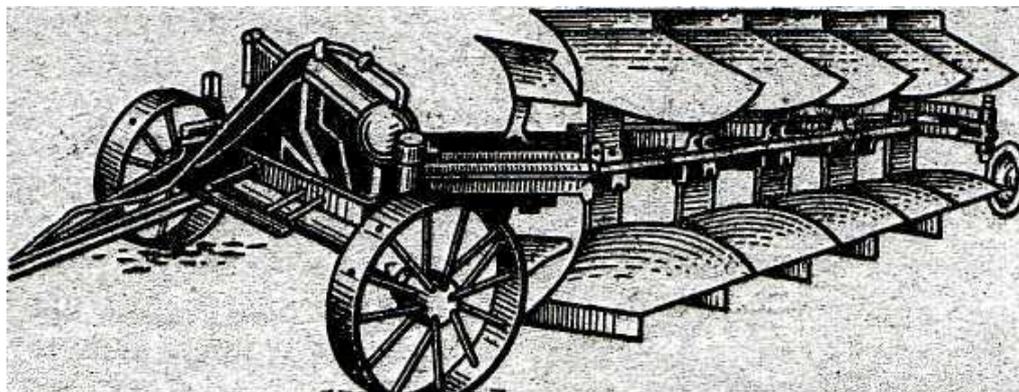


Рис.14. Обратный двухкорпусный плуг для гладкой вспашки.

По прогнозам предполагается, что в перспективе в России гладкая пахота обратным плугом будет выполняться на 60-70% площадей, обрабатываемых отвальным способом. К сожалению, наша промышленность качественных обратных плугов не производит. Добротные полунавесные и навесные плуги выпускаются зарубежными фирмами Lemken и Kverneland (Германия).

По конструкции и способу присоединения к трактору типы плугов делятся на прицепные, полунавесные и навесные.

Тип плуга и количество корпусов предопределяется маркой и мощностью трактора. Тракторы класса 5т.с. (К-700, К-700А, К-701, К-744Р2 и др.) агрегируются с навесными плугами (ПН-8-35), а также полунавесными (ПТК-9-35). Первая цифра в марке плуга означает количество корпусов в плуге, вторая ширину захвата одного корпуса. Тракторы класса 4тс (Т-4Ф, Т-4) агрегируются в основном с полунавесными плугами, имеющими 6-5 корпусов (ПЛН-6-35, ПЛ-5-40, ПЛН-5-35).

Тракторы класса 3 т.с. (ОРТЗ-150Л, Т-150К, ДТ-75М, ДТ-75, Т-74, ДТ-54А) агрегируются с прицепными, полунавесными и навесными плугами (ПЛН-4-40, ПЛН-3-35, ПНО-3-35 и др.). Трактора класса 2 – 1,4 т.с. и менее агрегируются с 3-2-1 корпусным плугами (ПН-3-30, ПН-2-30, ПОН-25). Производительность плугов за 1 час рабочего времени колеблется от 0,1 до 3,26 га в зависимости от агрегата, а рабочая скорость от 8-12 км/час.

При пахоте почв, засоренных камнями тракторы класса 3 т.с. агрегируются со специальными плугами (ПКС-4-35, ПКУ-4-35), а класса 1,4 т.с. – с плугами ПКС-3-35, ПКУ-3-35.

При выборе плуга учитывают особенности каждого типа плуга. Прицепные плуги дают наиболее высокое качество пахоты, и для них требуется наименьший погектарный расход топлива, но на коротких полях они недостаточно производительны из-за длительных поворотов на концах поля и широких поворотных полос.

Навесные плуги делают пахотные агрегаты маневренными даже на самых коротких полях, требуют небольшой ширины поворотных полос, просты в работе и обслуживании, но при работе с тракторами класса 3 т.с. более энергоемки, чем прицепные и полунавесные, хуже крошат пласт, менее устойчивы по глубине обработки.

Полунавесные плуги по качеству пахоты и погектарному расходу топлива приближаются к прицепным, а по маневренности – к навесным. Все плуги в основном (за исключением оборотных) левосторонние поэтому ими ведется загонная свально-развальная обработка загонов.

Двухъярусная вспашка – глубокая (35-40 см) обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части пахотного слоя или взаимным перемещением в вертикальном направлении верхнего и нижнего слоев. При двухъярусной вспашке возможен и другой технологический процесс: рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижней. Она обеспечивает глубокую заделку сорняков, дернины, растительных остатков, что замедляет их разложение. При глубокой вспашке запас семян сорняков, зимующих в стерне куколок, спор грибов, пораженность культур снижается на 60-70%. Двухъярусную вспашку проводят для создания более мощного пахотного слоя, его окультуривания на дерново-подзолистых, серых лесных и других почвах под сахарную свеклу, подсолнечник и другие технические культуры, при распашке пласта люцерны. При такой обработке, для повышения эффекта плодородия необходимо применять органические удобрения и мелиоранты (известь), поскольку в противном случае произойдет разбавление пахотного и подпахотного слоев почвы и снизится эффективное плодородие почв. Кроме того, все варианты ярусных обработок очень дорогостоящи и поэтому они

имеют ограниченное применение, а в Предбайкалье не применяются.

Трехъярусная вспашка – обработка почвы (на глубину 40-50 см) с частичным или полным перемещением трех слоев (горизонтов): пахотный слой после оборачивания остается на поверхности, а подзолистый и иллювиальный горизонты меняются местами. Ее применяют под технические культуры при окультуривании дерново-подзолистых почв и солонцов.

Для 2 и 3 –ярусной обработки применяют плуги ПД-3-35; ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40, ПТН-3-40; ПТН-3-40А и др. (рис.15).

Плантажная вспашка – обработка почвы специальными плугами на глубину более 40 см. Ее применяют при окультуривании засоренных, песчаных, торфяноболотных и пойменных почв, под плодовые насаждения, лесопосадки.

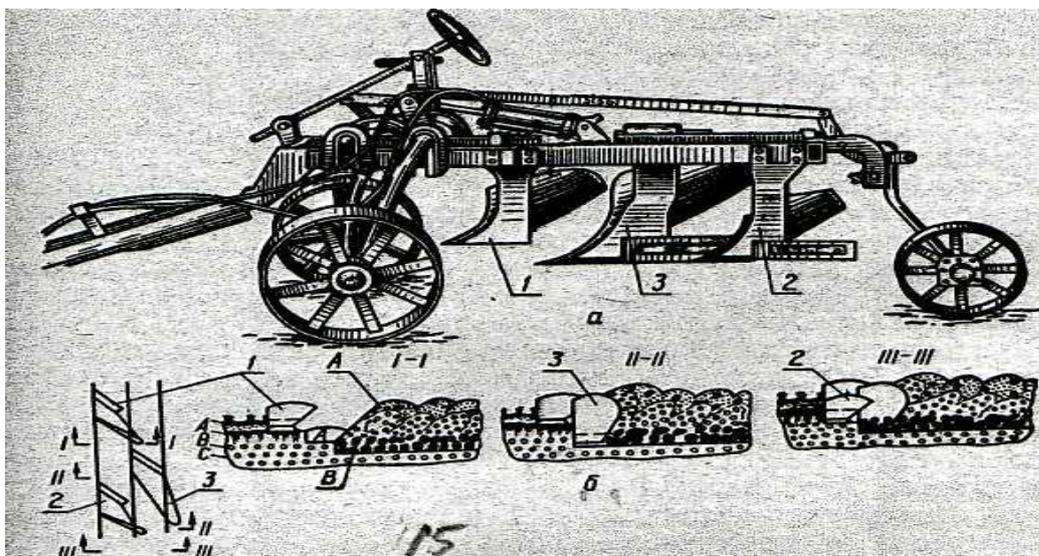


Рис.15. Трехъярусный плуг

а – общий вид; б – технологическая схема работы плуга; 1 – передний корпус; 2 – задний корпус; 3 – средний основной корпус.

При плантажной вспашке почву рыхлят на большую глубину, что способствует улучшению физических свойств и окультуриванию глуболежащих слоев. Однако глубокая заделка плодородного гумусного горизонта, особенно на почвах с низким естественным плодородием, приводит к снижению урожайности. Это связано с тем, что плантажные плуги не обеспечивают полного оборачивания пласта и на поверхность извлекается почва с худшими свойствами. Поэтому при плантажной вспашке вносят большие дозы органиче-

ских, минеральных удобрений, извести или гипса. Иногда на плантажных плугах для послойного рыхления устанавливают почвоуглубители, вырезные корпуса (рис.16), двойные корпуса на разных уровнях и другие глубокорыхлящие рабочие органы.

Плантажную вспашку выполняют плугами ППУ-50А, ППН-40; ППН-50, кустарниково-болотными плугами, где чаще всего рабочий орган – 1 корпус, поскольку очень велико тяговое усилие.

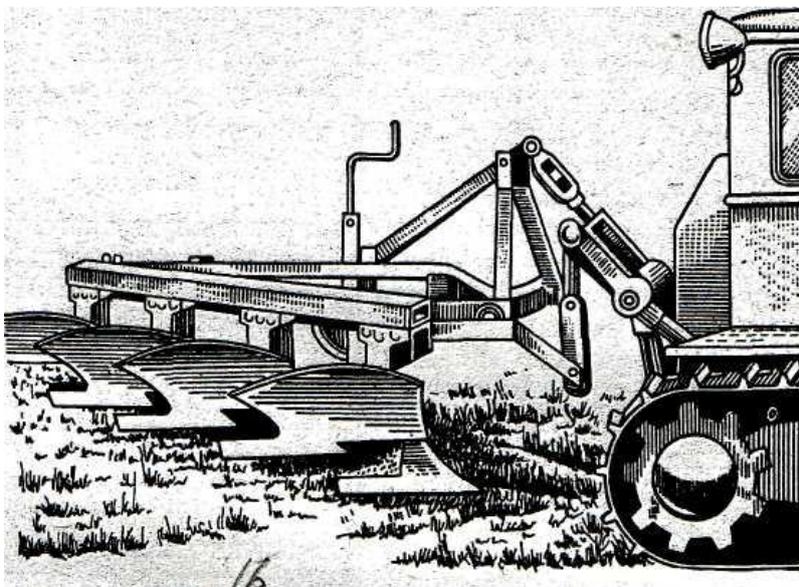


Рис.16. Плуг с вырезными корпусами.

Гребнистая вспашка – это вспашка с образованием гребней на поверхности поля с уклоном 3-5° и более. Выполняют ее плугами, у которых один корпус (чаще всего последний) имеет удлиненный отвал или один укороченный, другой удлиненный.

Возможны и другие сочетания: удлиненный отвал образует гребень (валик) высотой 20-30 см, а укороченный отвал – борозду. Чередование гребней и открытых борозд в направлении, перпендикулярном склонному стоку, создает дополнительные емкости для воды и увеличивает ее запасы в почве. Гребнистую вспашку сочетают с подпахотными рыхлениями, используя почвоуглубители, безотвальные корпуса и вырезные отвалы, что позволяет увеличить водопоглощающую способность почвы.

Чаще проводится в регионах с развитой водной эрозией (сильным смывом) на односкатных простых склонах. В Предбайкалье не применяется.

Ступенчатая разноглубинная вспашка, разработанная НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, - это обработка, обеспечивающая ступенчатый профиль дна борозды. Она выполняется чаще всего 4-корпусным плугом, у которого два корпуса (второй и четвертый) пахут на 20-22 см, а остальные – на 10-12 см и глубже. В результате такой вспашки на поверхности пашни образуются борозды, окаймленные гребнями, а на глубине почвы – ступенчатый профиль. Это предотвращает смыв почвы, сток талых вод. Также применяется в районах развитой водной эрозии (Ростовская, Воронежская, Пензенская и др. области) на склонах 5-8°.

Комбинированная вспашка, разработанная в Воронежском СХИ, эффективна на полях с уклоном до 5-6°. Ее выполняют трехкорпусным плугом, у которого со второго и третьего корпуса снимают отвалы и работают лемехами, или отвальные корпуса целиком заменяют на безотвальные.

При работе такого агрегата сочетаются отвальная и безотвальная обработка. На пашне образуются полосы со стерней, окаймленные гребнями. В зимний период в полосах накапливается снег, защищающий почву от глубокого промерзания, что увеличивает поглощение талых вод.

### **2.3. Группа приемов безотвальной обработки почвы**

К группе приемов (общих) безотвальной обработки относятся:

1. Безотвальная обработка специальными плугами конструкции Т.С. Мальцева.
2. Безотвальная обработка плугами всех имеющихся в эксплуатации конструкций плугов со снятыми отвалами (работают только стойки с лемехами).
3. Плоскорезная обработка.
4. Чизельная обработка.
5. Безотвальная обработка плугами-рыхлителями «параплау»
6. Безотвальная обработка плугами общего назначения с безотвальными рабочими органами (ЛП-0,35 стойка СИБИМЭ и др.).

Безотвальная обработка по методу Т.С. Мальцева (Зауралье) включает глубокую (на 35-40 см), глубокую безотвальную обработ-

ку в парах или под пропашные 1 раз в 3-5 лет с последующими ежегодными мелкими обработками (лушением или дискованием) на 10-12 см под остальные культуры севооборотов. Преимущества заключаются в эффекте ресурсосбережения, накоплении влаги за счет стерни, замедлении минерализации гумуса, а недостатки – ухудшение фитосанитарного состояния почв (рост засоренности). В условиях Иркутской области не показала преимуществ перед обычной системой вспашки и не применяется.

Приемы обработки обычными плугами без отвалов применяются в хозяйствах, где отсутствуют другие безотвальные орудия, при второй обработке паров, однако какой-либо системности в использовании этого приема не просматривается. Может выполняться всеми марками плугов, однако процесс снятия и возврата отвалов на место всегда связаны с техническими проблемами (затруднен скрут болтов и гаек), в связи с чем чаще для выполнения этого приема используют старые изношенные плуги.

Плоскорезная обработка почвы – обработка почвы плоскорезами–глубококорыхлителями и культиваторами-плоскорезами. Данный прием в наибольшей степени сохраняет на поверхности почвы стерню и другие растительные остатки (до 80-90%), что способствует защите почвы от ветровой эрозии, накоплению влаги от твердых осадков (снега). Однако данная обработка, особенно при ее ежегодном применении на глинистых почвах региона резко увеличивает засоренность посевов и ухудшает общую фитосанитарную обстановку на полях. Основные орудия для выполнения этого приема: плоскорезы–глубококорыхлители КПГ-250А, КПГ-2-150, ПГ-3-5, ПГ-3-100 и культиваторы плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11 и др. (рис.17).

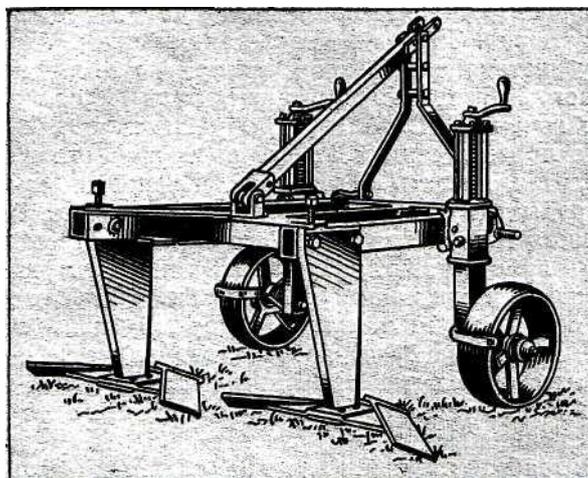


Рис.17. Культиватор-плоскорез-глубококорыхлитель

В ежегодном исполнении этот прием в условиях Иркутской области оказался малоэффективным из-за резкого усиления засоренности посевов, отсутствия соответствующего шлейфа орудий для мелкой обработки после основной, адаптивной к тяжелым почвам. Чаще всего в условиях региона все приемы безотвальной обработки сочетаются и чередуются с вспашкой в парах и в севооборотах.

Чизельная обработка (чизелевание). Чизельная обработка обеспечивает надежную защиту почвы от дефляции и стока талых вод. Чизельная обработка обычно применяется 1 раз в 2-3 или 3-4 года. Чаще всего она дает хороший эффект для рыхления плужной подошвы и уплотненных подпахотных слоев, а также на почвах с временным избыточным увлажнением. Как и плоскорезы чизельные орудия без специальных приспособлений неприменимы для заделки навоза, соломы, сидератов, минеральных удобрений и мелиорантов.

Современные чизельные орудия подразделяют на три типа: чизельные культиваторы с глубиной обработки до 25 см. предназначены для основной и допосевной обработки почвы и имеют, как правило, рабочие органы, установленные на упругих (пружинных) стойках, вибрация которых при работе снижает их залипание почвой и забивание растительными остатками (КПЧ-5,4; КПЧ-7,7).

Чизельные плуг с глубиной обработки от 20-45 см. Предназначены для рыхления и углубления пахотного и подпахотного слоев почвы в системе основной, предпосевной (предпосадочной) обработке (ПП-4,5; ПЧП-3; ПЧ-2,5 общего назначения, ПЧК-4,5 и ПЧК-2,5 – на засоренных камнями почв). При глубине обработки до 30 см используют рабочие органы в виде стрельчатых лап, а при рыхлении на глубину до 45 см – рыхлительные лапы долотообразные.

Чизельные специальные глубокорыхлители с глубиной обработки до 60 см и более. Применяются для глубокой мелиоративной обработки почвы (щелевание, образование кротово-дренажной сети).

Рабочие органы всех чизелей представлены стойками с наральником или неширокой стрельчатой лапой. Число рабочих органов чизельного типа – от 3 до 5. Чизельные орудия обеспечивают качественное рыхление как по вспаханному слежавшемуся полю, так и по стерне высотой до 15 см. Прошли испытания и реко-

мендованы в производство плуги–рыхлители ПРПВ-50 типа «Параплау» с косыми стойками, позволяющие рыхлить почву до 35 см.

Сибирским НИИ механизации и электрификации предложены безотвальные рабочие органы ЛП-0,35 (стойка СибИМЭ) для использования на плугах общего назначения вместо отвальных корпусов при обработке на глубину до 35-40 см

## 2.4. Группа приемов фрезерной (ротаторной) обработки почвы

Принцип (способ) работы этих орудий основан на интенсивном перемешивании всех обрабатываемых частей почвы. Суть принципа в том, что слои почвы захватываются изогнутыми ножами, укрепленными на горизонтально вращающемся барабане, и с силой отбрасываются к защитному кожуху. В результате почва крошится на мелкие комочки, хорошо разрыхляется, перемешивается с удобрениями и известью. За один проход фрезы можно качественно подготовить почву под посев культур (рис.18).

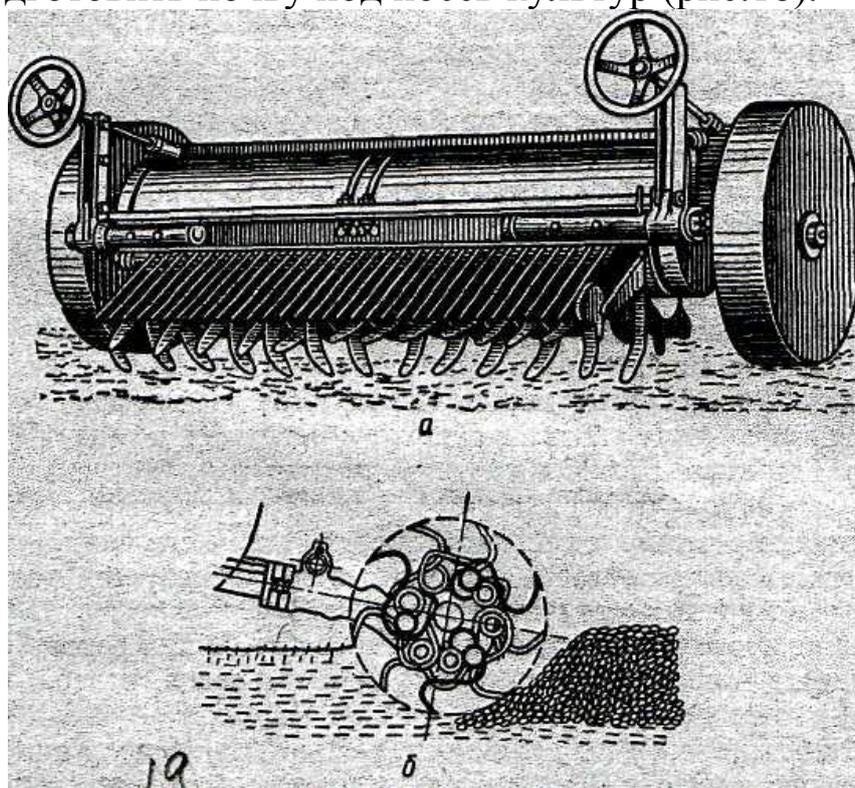


Рис.18. Фреза (а) и схема работы почвенной фрезы (б)

Глубина фрезерной обработки – от 8 до 20 см, под зерновые 8-12 см, под картофель, корнеплоды и овощи – 15-20 см.

Фрезерование – эффективный прием для междурядной обработки садов, ягодников, пропашных культур. С помощью дополнительных приспособлений к фрезам можно нарезать гребни, гряды. Во влажные годы и на переувлажненных почвах фрезерование не применяют из-за заплывания почвы и образования корки. Фрезерование наиболее эффективно на малоувлажненных землях. Фрезерование – энергоемкий и малопродуктивный прием. В Иркутской области он применяется при возделывании картофеля, обработки пласта трав, при окультуривании болотных почв и в овощеводстве.

Длительное применение фрез повышает засоренность посевов, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками. Наиболее широкое распространение фрезерная обработка получила на болотных (торфяных) и сильно задернелых почвах. По мере освоения таких почв фрезы заменяются на культурную вспашку. Марки полевых фрез: КФГ-0,9А; болотных: ФБН-2, ФБН-1,5.

Закустаренные осушенные торфяники обрабатывают фрезерными машинами МТП-42А, МТП-44Б, которые одновременно измельчают кустарник высотой 3-5 м, перемешивают его с почвой до глубины 35-45 см, уничтожают кочки и прикатывают почву. Для измельчения древесины и заделки ее в почву на глубину 23-25 см используют фрезерные кусторезы ФКН-1,7.

## **2.5. Группа приемов специальной обработки почвы**

Эта группа приемов основывается на использовании различных принципов воздействия на обрабатываемый поверхностный, пахотный или подпахотный слой почвы. Эти приемы могут выполняться как самостоятельно, так и в сочетании с общими приемами механической обработки либо в одном с ними агрегате, либо в виде разных приставок и приспособлений к основному орудью. Сюда относятся: щелевание, кротование, лункование, грядкование, гребневание, бороздование и т.д.

Щелевание – глубокое прорезание почвы с помощью щелевателей (ЩН – 2 – 140, ЩН – 3 – 70) с целью повышения водопроницаемости, накопления или отвода воды, аэрации. Щелевание – эф-

эффективный прием борьбы с водной эрозией на склоновых землях, так как уменьшает сток воды и смыл почвы. При движении агрегата поперек склона щелеватель (щелерез) нарезает в почве щели шириной 3-5 см и глубиной 40-60 см с расстоянием между щелями 70-140 см., а между проходами 2 и более метров или равным расстоянием между вторым и третьим рабочими органами.

Специально оборудованные устройства заполняют щели рыхлой почвой со стерней и одновременно образуют над щелью водоудерживающие валики. Это позволяет обеспечить хорошую сохранность щелей до весны. На посевах озимых культур, многолетних трав, пастбищах, осеннее щелевание по мерзлой (до 5-7 см) почве предупреждает гибель от вымокания и существенно повышает урожайность. Щелевание можно проводить одновременно со вспашкой переоборудованными плугами, плоскорезами – глубокорыхлителями и другими орудиями. В Иркутской области существенного эффекта от щелевания не выявлено, а в производстве этот прием не нашел широкого распространения.

Кротование - агромелиоративный прием, обеспечивающий образование в подпахотных слоях на глубине 35-40 см дренажных кротовин диаметром 6-8 см на расстоянии 0,7-1,4 м. друг от друга. Полости-кротовины служат для отвода лишней воды на переувлажненных почвах, улучшают аэрацию почвы, а на склоновых землях предотвращают сток воды и смыл почвы. Выполняют кротование одновременно со вспашкой специальными кротователями, установленными на корпусе плуга, или рыхлителями-кротователями (РК-1/2, РК-1/2М). Этот прием эффективен на тяжелых переувлажненных почвах, при близком залегании грунтовых вод, на осушенных дренажем землях (рис.19).

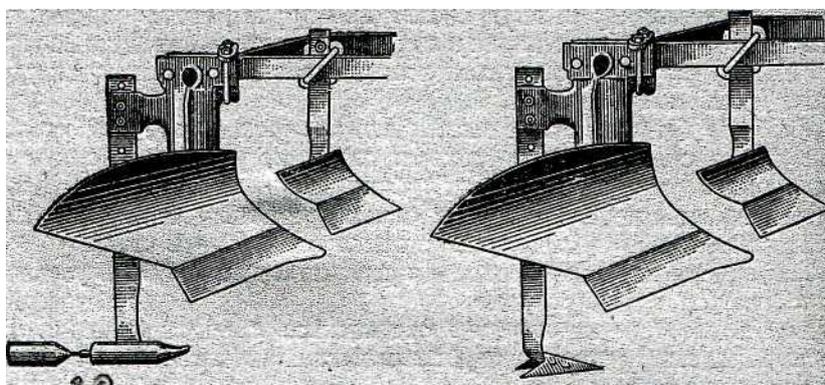


Рис.19. Плуг, оборудованный кротователем (слева) и почвоуглубителем (справа).

Лункование – агротехнический прием, применяемый для посадки лунок на полях с уклоном 4-6 градусов. Выполняется он одновременно со вспашкой плугами с приспособлениями ПРНТ – 90000 или отдельно с помощью лункообразователей. Устройство включает сферические диски, которые периодически заглубляются в почву и образуют на 1 га 12000 лунок с суммарной емкостью 200-500м<sup>3</sup> воды. Для лункования зябли после зяблевой вспашки используют лункообразователи ЛОД-10, а также различные приспособления типа ПЛДГ-5, ПЛДГ-10 с дисковыми луцильниками ЛДГ-5, ЛДГ-10 и др.

Грядкование - прием обработки, обеспечивающий образование грядок на поверхности поля, применяющийся для посева ранних культур на переувлажненных участках без уклона. Оно выполняется обычными тракторными плугами с приспособлением для создания гряд. Суть этого приспособления в том, что на раме плуга правее бороздового колеса (15-20 см) устанавливают корпус окучника увеличенного размера, который монтируют на угольнике, прикрепленном к раме плуга. Окучник размещают между первым и вторым корпусами плуга. На первом корпусе плуга отвал снимают, а на втором укорачивают наполовину. Для того, чтобы создаваемую гряду выровнять, на основе заднего корпуса устанавливают шлейф. После каждого прохода плуга образуется гряда шириной при пятикорпусном плуге 1,4 м., при трехкорпусном – до 0,7 м. Высоту гряд и их профиль регулируют соответствующей установкой плуга на глубину вспашки.

При выращивании ранних пропашных культур (моркови, ранней цветной капусты, раннего картофеля) грядковую вспашку проводят с осени. Тогда весной ускоряется сток избыточной воды по межгрядовым бороздам и пахотный слой «поспевает» быстрее. Под средне – и позднеспелые культуры гряды делают весной после предварительного осеннего глубокого рыхления почвы. В Предбайкалье грядкование полей не применяется.

Гребневание – прием обработки для создания гребней на поверхности полей. На переувлажненных землях (Дальний Восток) создание гребней и гряд обычная практика для снижения переувлажнения, повышения водопроницаемости почвы. Однако гребневание широко применяют и на обычных нормально увлажненных почвах при выращивании картофеля по гребневой технологии. Это

осуществляется с целью лучшего прогревания почвы, а также создания лучших условий для механизированной уборки. Гребневание может осуществляться как плугами так и простыми культиваторами-окучками (КОН-2,8П).

Бороздование - прием, обеспечивающий нарезку борозд на поверхности почвы. Этот прием можно считать приемом простейшей гидромелиорации: его назначение – собрать и отвезти избыточную воду с поверхности почвы, пахотного и частично подпахотного слоев. Борозда создается одновременно той же техникой что применяется при грядковании и гребневании или другим оборудованием.

## **2.6. Содержание и сущность минимальной обработки почвы**

Понятия «минимальная», «минимализации», «минимизация», а затем и «ресурсосберегающая», по сути, выражают одно и то же направление в теории и практике развития технологического процесса обработки почвы.

Это новое развивающееся направление выросло из идей и систем безплужного и почвозащитного земледелия, которые в начале получила развитие в США и Канаде, Западной Европе, а затем в СССР. В США действует классификация, которая включает следующие технологии минимальной обработки (в т.ч. почвозащитной, влагосберегающей и ресурсосберегающей по своей сути): мульчирующая (mulch-till), полосная (strip-till), нулевая (no-till), гребневая (ridge-till) и сокращенная (reduced-till).

В нашей стране сформировались следующие основные направления минимализации обработки:

- сокращение числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок в севооборотах на почвах с высоким уровнем плодородия и благоприятными для растений агрофизическими свойствами при использовании по необходимости гербицидов для борьбы с сорняками;

- замена глубоких основных обработок под культуры севооборота поверхностными и мелкими путем использования широкозахватных плоскорезущих, чизельных, дисковых и других орудий, особенно под озимые и яровые зерновые культуры;

- совмещение нескольких технологических операций и приемов (рыхление, выравнивание, уплотнение почвы, посев и другое) в одном рабочем процессе, путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов;

- применение прямого посева зерновых и кукурузы без предварительной полосной (в зоне рядка) предпосевной обработки с применением гербицидов.

Необходимость минимализации обработки почвы вызвана целым рядом причин, а именно:

- сокращением энергетических и трудовых затрат;

- защитой почв от эрозии и дефляции, снижением темпов потерь органического вещества и общей деградации почв;

- сокращением и накоплением влаги атмосферных осадков за счет стерни мульчирующих растительных остатков.

Мировая историческая практика, а также углубленные теоретические исследования показывают, что, несмотря на кажущуюся и вроде бы идеальную идею минимализации обработки почвы, она не сможет служить панацеей для решения всех задач, стоящих перед механической обработкой вообще.

Почвенные, климатические, экологические, экономические и общеландшафтные условия регионов настолько разнообразны, что совершенствование и адаптация систем и приемов обработки почвы будет идти бесконечно долгое время, а их эффективность будет определяться уровнем развития производительных сил общества, глобальными и локальными изменениями климата планеты.

## **ГЛАВА 3. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВ В СЕВООБОРОТАХ**

### **3.1 Общие и региональные принципы построения систем обработки почвы**

Каждая система обработки почвы должна учитывать основные законы земледелия (закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений; закон минимума; закон оптимума, максимума; закон совместного действия факторов жизни растений; закон возврата; биологические особенности и требования культур и весь комплекс агроландшафтных условий (макро- мезо- и микроклимат, экологические группы и типы почв, элементы мезо- и микро-рельефа и др.). Системы обработки также должны быть адаптивны к материально-техническим и трудовым ресурсам хозяйств.

Сущность новой технологической политики, вытекающей из адаптивно-ландшафтной стратегии развития земледелия, заключается в том, чтобы содействовать товаропроизводителю в принятии самостоятельного решения на основе предоставленных ему пакетов агротехнологий и набора технических средств с преоретическим использованием новейших достижений научно-технического прогресса.

В отличие от традиционной ориентации АПК на унифицированные технологические схемы и стандартные наборы машин технологическая политика в новых условиях должна основываться на следующих принципах.

1. Экологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур, дифференциация их в соответствии с конкретными категориями агроландшафтов в системах адаптивно-ландшафтного земледелия.

2. Адаптация технологий к различным уровням интенсификации АПК.

3. Адаптация технологий к различным формам организации труда (индивидуальным, семейным, коллективным).

4. Альтернативность, возможность выбора вариантов из пакетов технологий.

В основе проектирования систем обработки почвы в севооборотах лежат следующие общие принципы:

**1. Принцип системного подхода.** Отражает взаимосвязь системы обработки с предшественниками, типами и видами севооборотов, почвами, состоянием окультуренности почв, обеспеченности техникой и другими ресурсами.

**2. Принцип зонального подхода.** Отражает соответствие обработки почвы к общим зональным агроландшафтным условиям региона.

**3. Принцип внутризональной дифференциации** предусматривает дифференциацию систем и приемов обработки с учетом подзональных условий ландшафтов (мезо- и микроклимата, рельефа уровня плодородия, эрозионных процессов, гидрологии, степени облесенности или остепненности ландшафта и др.).

**4. Принцип разноглубинности.** Он предусматривает обоснование чередования глубокой мелкой и поверхностной обработок в соответствии с условиями агроландшафта, биологическими требованиями культур, их отзывчивостью на глубину обработки, мощность создаваемого пахотного слоя. Так, культуры с мочковатой корневой системой (озимая пшеница, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овес, лен и др.), с преимущественным расположением ее в верхних слоях недостаточно используют глубокие слои почвы и слабо реагируют на глубину обработки. Поэтому под них глубина обработки может быть меньше. Растения со стержневой глубокопроникающей корневой системой (горох, клевер, люцерна, рапс, кормовые корнеплоды, картофель, кукуруза и другие пропашные) хорошо отзываются на глубокую обработку. Они лучше используют подпахотные слои почвы, разрыхляемые при глубокой обработке. Следовательно, система обработки почвы в севообороте должна строиться на основе периодического чередования разноглубинных отвальных, безотвальных и других обработок. При разноглубинной обработке хорошо разрыхляется плужная «подошва» и, что самое главное, семена и вегетативные органы размножения сорняков при их запашке теряют жизнеспособность.

**5. Принцип минимализации.** Он применяется в первую очередь на хорошо окультуренных, с высоким плодородием почвах с оптимальными для растений агрофизическими для растений свой-

ствами (плотностью сложения, аэрацией, хорошим структурным состоянием).

К таким почвам относятся черноземы, каштановые, темно-серые лесные, хорошо окультуренные дерново-карбонатные и дерново-подзолистые почвы.

#### **6. Принцип оптимизации агрофизических свойств почвы.**

Если агрохимические свойства можно оптимизировать за счет мелиорантов и удобрений, то агрофизические преимущественно за счет приемов обработки. Суть в том, чтобы создать обработкой наиболее благоприятные физические условия для нормального функционирования водного, воздушного, теплового, микробиологического и других основных режимов в почве.

**7. Принцип экологической, экономической и почвозащитной целесообразности и адаптивности** направлен на защиту почв от дефляции и эрозии, ресурсосбережение, сохранение экологически устойчивых агроландшафтов, почвенного плодородия.

Данные общие принципы проектирования систем обработки почвы в севооборотах дополняются нами местными региональными, которые определены в процессе длительных многолетних исследований автора (Солодун, 2006).

Региональные природные особенности климата Предбайкалья – длительный криогенный период; выраженный пересеченный рельеф с расположением земель на склонах разной крутизны и экспозиции, большая контрастность в мезо- и микроклимате по рельефу; многообразие и пестрота косвенного покрова; засушливость первой половины вегетационного периода, короткий безморозный и вегетационный, уборочный и послеуборочный периоды.

В связи с этими особенностями общие принципы на региональном уровне дополняются следующими:

#### **1. Принцип сезонной разноглубинности.**

Заключается в том, что в начале весны и лета более оптимальны поверхностные и мелкие мульчирующие приемы обработки в парах и на зяби для сокращения вымораживания, выветривания и испаряемости влаги в засушливый и ветреный период.

В середине-конце лета и началом осени – глубокие (отваль-ные, безотвальные, специальные) приемы обработки для улучшения водопроницаемости и максимального накопления влаги летне-

осенних осадков в верхнем и нижнем полуметровых слоях почвенного профиля.

**2. Принципы приоритета сроков и длительности периода обработки почвы над способами (приемами).** По влиянию на урожайность полевых культур ранние сроки основной (глубокой) обработки (в занятых парах и ранняя зябь) эффективнее, чем поздние независимо от того, проводится обработка отвально или безотвально. В связи с этим принципом и ценность предшественников в порядке снижения их агротехнической эффективности располагается в следующий ряд: чистый пар → занятый или сидеральный пар (июльский) пар → ранняя августовская зябь → весновспашка. Где и из-под какой культуры можно получить большой эффект каждый обученный и опытный агроном прекрасно знает. Это аксиома сибирского земледелия и она составляет суть правильно построенного севооборота. Если севооборот будет перенасыщен позднеубираемыми культурами (например, зерновыми, что характерно для наших хозяйств в последние годы), то и не будет ранней зяби, не будет влагозапасов, а будет и засуха, и высокая засоренность посевов, и низкий урожай. Следовательно, севообороты должны в каждом хозяйстве строиться таким образом, чтобы в них возделывались культуры, способные обеспечить получение ранней зяби и, особенно в таких случаях, когда в хозяйстве нет чистых или занятых паров, или их доля низкая и они ограничены в средствах химизации.

**3. Принцип дифференциации приемов основной обработки** в зависимости от типов весенне-летней, летне-осенней погоды, запасов продуктивной влаги в почве, эрозионной опасности агроландшафтов.

В агроландшафтах не подверженных эрозии на равнинных участках и склонах до 2-3 градусов лучшим приемом ранней обработки является вспашка. Ее роль возрастает во влажную и нормальную по увлажнению осень при запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы на момент обработки не менее 130-140 мм и редко снижается в сухую осень и последующую малоснежную зиму с осенними влагозапасами ниже 90-100 мм. В средние сроки осенней обработки (10 по 20 сентября) при нормальном увлажнении вспашка и безотвальная (плоскорезная) обработки равноценны по влиянию на урожайность (хотя по безотвальной всегда больше сорняков), но безотвальные обработки экономичнее на 15-20% и более в

зависимости от глубины и орудия обработки. В поздние сроки (октябрь) при сухой осени и низкой влажности почвы эффективнее безотвальные обработки (плоскорезная, чизельная, параплау, стойки СиБИМЭ) или даже нулевая. При вспашке в поздние сроки, как при низкой, так и в высокой влажности резко возрастает глыбистость пашни, а потери продуктивной влаги за осенне-зимне-весенний период достигают 30-40% от осенних влагозапасов.

**4. Принцип сочетания и чередования приемов обработки почвы в севооборотах.** Это важнейший принцип, определяющий основы проектирования систем обработки почвы в севооборотах. Основное положение этого принципа сводится к тому, что в севооборотах Предбайкалья малоприемлема как ежегодная вспашка под все культуры севооборотов, так и ежегодная безотвальная обработка.

Выбор оптимальной технологии, приема или системы обработки зависит от взаимодействия трех основных групп факторов: абиотических, биотических и антропогенных (рис.21).

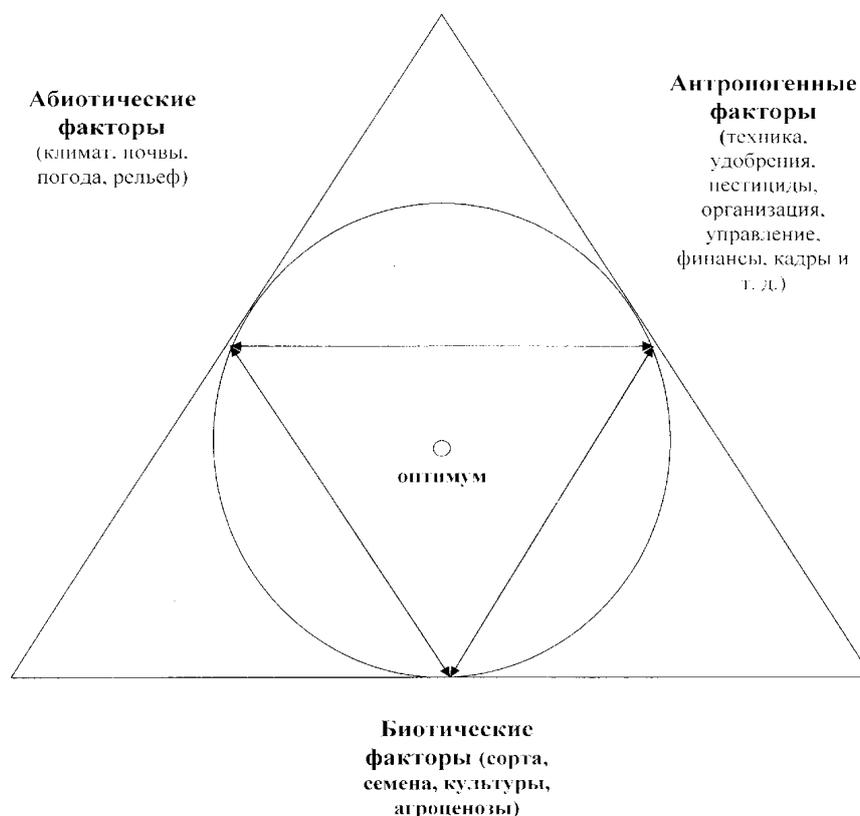


Рис. 21 Триада факторов формирования адаптивных агротехнологий в системах земледелия

Агроном – практик каждый полевой сезон, как и весь период своей агрономической деятельности, находится в поисках оптимума, который можно представить в виде круга между триадой этих факторов и условий. Если, например, складываются засушливые погодные условия, то нет необходимости в глубокой пахоте. Если нет удобрений, но есть влага, то вспашка усиливает накопление нитратов и т.д. Если при хождении по кругу удастся найти оптимум, то вся технология срабатывает на урожай и экономику хозяйства, а если нет – последствия могут быть самые негативные.

### **3.2 Методика проектирования систем обработки почвы в севооборотах**

Проектирование систем обработки почвы проще вести в уже освоенных севооборотах и гораздо сложнее, если севообороты освоены только частично или идет простое чередование культур по полям во времени. После паевого раздела земель сельскохозяйственного назначения, а также укрупнения и разукрупнения хозяйств, смены землепользователей, забрасывания значительной части пашни в залежь, проблема введения и освоения севооборотов и разработка новых проектов внутрихозяйственного землеустройства вновь встала на повестку дня. Внедрение обоснованных систем обработки почвы также сдерживает хронический недостаток в хозяйствах горюче-смазочных материалов, преобладание в машинно-тракторном парке изношенных и устаревших марок тракторов и почвообрабатывающих орудий и т.д.

При проектировании систем обработки, прежде всего, следует учитывать вышеобозначенные принципы их построения.

Далее проектирование систем обработки ведут в следующей последовательности:

1. Проводят агроэкологическую группировку земель и организуют дифференцированную по агроландшафтам систему севооборотов (методика организации севооборотов описана нами в специальной работе).

2. Оценивают агрофизические свойства почвы (гранулометрический состав, структуру, плотность почвы, мощность гумусового слоя и другие показатели). Соизмеряют соответствие агрофизи-

ческих, а также основных агрохимических показателей (содержание гумуса, кислотность, засоленность и др.) биологическим требованиям и особенностям возделываемого в севооборотах ассортимента культур, районированных и перспективных для данной зоны.

3. Проводят анализ мелиоративного и фитосанитарного состояния полей (количественного и видового состава сорняков в почве и посевах), изучают расположение полей по элементам мезорельефа, историю каждого поля, степень его окультуренности, длительность нахождения в обработке (или в залежи, состоянии целины, из-под леса и др.).

4. Изучают степень и частоту засушливости агроландшафтов хозяйства, степень проявления ветровой и водной эрозии. При этом особое внимание уделяется влагообеспеченности территорий, характеру распределения осадков по месяцам вегетационного периода и сезонам года. Учитывают основные метеорологические ресурсы и обеспеченность ими набора возделываемых в севообороте культур.

С учетом вышеуказанных условий и факторов (к условиям обычно относят те элементы плодородия, участвующие в формировании урожая, на которые человек не может оказать прямого влияния: почвенный покров, погода в целом, теплообеспеченность, количество и интенсивность осадков, рельеф и др.; к факторам относят элементы плодородия, показатели которых может изменять: предшественник, сорт и качество семян, элементы питания, доступная влага и др.) определяют, прежде всего, приемы основной (зяблевой) обработки, паровой, предпосевной и послепосевной. После этого формируется уже конкретная технология или система обработки почвы в целом по севообороту.

При проектировании систем земледелия в хозяйствах региона целесообразно использовать рекомендации, изложенные нами в конце разделов и заключения в данной работе.

## ГЛАВА 4. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПАРОВ

### 4.1 Обоснование необходимости и классификация паров в Восточной Сибири

В Восточной Сибири, в условиях короткого послеуборочного периода, где с момента уборки урожая и до замерзания почвы остается 30-40 дней, а иногда и меньше, сумма положительных температур ( $>0$  градусов) за этот срок максимально составляет 300-500 градусов по Цельсию. Поэтому органические остатки разлагаются очень медленно и в незначительном количестве.

В результате в осенний период под урожай следующих культур в почве остаются минимальные запасы питательных веществ, а семена сорняков почти не прорастают.

Дополнительные порции сорняков при поздней уборке культур также поступают на поверхность почвы в результате их осыпания в предуборочный период и при уборке. Кроме сорняков в поверхностном слое почвы накапливаются вредные насекомые, патогенные микроорганизмы, возбудители болезней растений, а в уплотненной почве резко ослабевают микробиологические процессы. Чтобы активизировать почвенную микрофлору, очистить почву от вредных объектов требуется гораздо более длительный период. Таким наиболее эффективным периодом в земледелии всех регионов Восточной Сибири являются пары. Многолетние исследования автора показывают, что в местных условиях эффективность предшественников основных сельскохозяйственных культур определяется не столько биологическими особенностями культур – предшественников, сколько длительностью периода обработки почвы после уборки этих предшественников. В связи с этим в порядке убывания агрономической эффективности предшественники располагаются в следующий ряд: чистые пары -> занятые пары (сидеральные) -> ранняя зябь -> средняя зябь -> поздняя зябь -> весновспашка.

В условиях Предбайкалья наиболее широко применяется 2 группы паров – чистые и занятые (табл.2).

## Классификация паров, применяемых в земледелии Предбайкалья

Типы	Виды	Разновидности
1. Чистые	черные (осенние)	сентябрьские, октябрьские с кулисами и без кулис
	ранние (весенние)	апрельские, майские, июньские с кулисами и без кулис
	поздние (летние)	июльские
2. Занятые	однолетними травами	горохо-овсяные смеси, вико-овсяные смеси, многокомпонентные бобово-злаковые смеси, овес на зеленку, озимая рожь, рожь яровой, редька масличная
	многолетними травами	многолетние бобовые и злаковые травы, донник
	пропашными культурами	ранний картофель, ранние овощи
	сидеральные с полной сидерацией	клевер, донник, редька масличная, рапс яровой, бобово-злаковые смеси, озимая рожь
	сидеральные с частичной сидерацией (отавно-сидеральные)	клевер, донник – с кулисами из отавы и без кулис

Чистые пары, в зависимости от сроков проведения первой основной обработки делятся на:

- черные пары, обработку которых начинают с осени;
- ранние пары, обработку которых начинают весной или в начале лета

Первая основная обработка в черных парах чаще всего проводится в сентябре (сентябрьские пары) и реже в октябре (октябрь-

ские пары). Ранние пары подразделяются на апрельские, майские, июньские.

Поздние пары (июльские), обработку которых начинают с середины лета в регионе не рекомендуются и не практикуются, хотя в ряде экономически слабых хозяйств нередко обработку и начинают с середины лета. Поздние пары в прошлом применялись в мелких крестьянских хозяйствах. Из-за не достатка пастбищ крестьяне вынуждены были пасти скот на пашне, отведенной под пары. Так как сорняки давали мало корма, и скот сильно вытаптывал пашню, на Украине эти пары называли «толокой».

Занятые пары подразделяются в зависимости от культуры, которая занимает первую половину лета на:

- занятые пары после непропашных предшественников;
- занятые пары после пропашных предшественников.

В каждой из этих групп занятого пара имеются дополнительные подразделения по видовому составу культур и цели их использования (на корма, на сидерацию).

Сидеральные пары – это занятые пары, но зеленая масса парозанимающей культуры полностью или частично (в виде отавы) заделывается в почву различными орудиями на удобрения. Кулисы чаще всего создаются в чистых парах, но могут оставляться в виде полос, не убранных на корм (или сидерат) от парозанимающих культур. В чистых парах в качестве кулисной культуры могут высеваться кукуруза, подсолнечник, но чаще всего используется горчица сизая. В отличие от подсолнечника и кукурузы эти кулисы легче уничтожаются и перемешиваются с почвой при предпосевной подготовке почвы. Горчицу в середине лета высевают пятью-тремя рядками через 12-15 м. поперек господствующих ветров в целях снегозадержания, утепления озимых, борьбы с эрозией почвы.

## **4.2 Чистые пары**

Как агротехнический прием, чистые пары были известны очень давно - еще за несколько веков до нашей эры. В работах греческих и римских писателей – Колумеллы, Варона, Вергилия, Плиния и других имеются подробные описания техники обработки чистых и сидеральных паров.

Земледелие Восточной Сибири молодое. Его история насчитывает не более 300 лет. И свои первые шаги оно совершало с паровой обработки почвы по схеме, разработанной в европейской части России (Белых, 1973).

По исследованиям профессора В.Н. Шерстобоева (1949) вплоть до середины XVIII века в структуре пашни Илимского крестьянина чистые пары занимали 50%. Потребовалось почти столетие, чтобы под воздействием интенсификации обработки почвы крестьяне перешли на трехпольку, где площадь паров составляла 33%. Дальнейшая интенсификация земледелия, увеличение ассортимента возделываемых культур, в числе которых появились новые эффективные предшественники (кукуруза, травы и др.) площадь чистых паров существенно сократилась. К 1965 году доля чистых паров в лесостепных и подтаежно-таежной зонах сократилась до 13-15%, а в степных до 20-22%.

К концу 70-х годов в связи с резким креном земледелия в сторону производства зерна резко увеличились посевные площади под зерновыми, а площадь паров в среднем по области сократилась до 7-8%. Это не замедлило негативно сказаться на урожайности и валовых сборах зерна (Мосягин, 1988).

К настоящему времени удельный вес чистых паров в среднем по зонам области колеблется в пределах 1965 года.

Обработка чистых паров в период зарождения земледелия Восточной Сибири, вплоть до перехода на вспашку железным плугом на тракторной тяге, была весьма примитивной. Почву обрабатывали деревянными сохами на глубину 2-3 вершка (8-12 см), мелкая обработка плохо справлялась с такими злостными сорняками, как осот и пырей. Поэтому для избавления от сорняков поля оставались в залежь.

По данным В.Н. Шерстобоева (1949, 1956), крестьяне обработку паров обычно начинали с весны, то есть по типу раннего пара. Урожай зерна по такой обработке колебался в пределах 5-8 /га. И даже при наличии 50% чистых паров частые неурожаи крестьяне объясняли тем, что они «происходили от жаров», то есть от засух. Этот факт свидетельствует, прежде всего, о том, что обработка паров была не на должном уровне. Многое зависит не только от технологии обработки (подготовки) пара применительно к конкретным условиям, но и от уровня культуры земледелия в целом по хозяй-

ству, структуры посевных площадей, чередования культур в севообороте и т.д.

#### *4.2.1. Сравнительная эффективность черных и ранних паров*

Одним из важных вопросов, вставших перед практическим земледелием Предбайкалья еще в начале 20 века, был вопрос о сравнительной эффективности черных и ранних паров. Впервые этим вопросом занимались в течение 11 лет (1913-1924 гг.) на бывшей Баяндаевской опытной станции.

Средний урожай озимой ржи по черному и раннему апрельскому, майскому и июньскому парам за эти годы составил 8,5 ц/га. Разница между вариантами не превышала 3%, то есть была в пределах ошибки опыта. В более поздний период сравнительное изучение чистого и раннего пара проводилось в Иркутском СХИ (Белых, 1973; Ипполитов, 1960; Дроговоз, 1970) на выщелоченных черноземах, дерново-карбонатных и темно-серых лесных почвах. Существенной разницы в пользу черных или ранних паров как по влиянию на засоренность, влагообеспеченность, так и на урожайность яровой пшеницы выявлено не было. Аналогичные результаты были получены и в Забайкалье (Баертуев, 1960). В условиях Красноярского края (Бекетов, 1983) были получены несколько иные результаты. В закрытой лесостепи, подтайге и тайге с многоснежной зимой и корневищно-корнеотпрысковым типом засоренности черный пар давал прибавку урожайности зерна пшеницы от 3 до 5 ц/га, а в открытой степи и лесостепи, и особенно в засушливые годы черный пар даже снижает урожайность зерна. Все дальнейшие исследования, в том числе и автора на темно-серых лесных почвах в закрытой лесостепи (1989-1993 гг.) не позволили выявить какого-либо преимущества черных паров перед ранними.

Черные пары для условий Восточной Сибири малоприемлемы и с организационно-хозяйственной точки зрения. Из-за короткого послеуборочного периода и поздней уборки зерновых хозяйства не успевают обработать зябь не только под пары, но и под весенний посев. В результате на значительных площадях почву приходится обрабатывать по типу весновспашки. Поэтому поднимать зябь под черные пары, особенно при существующем экономическом состоя-

нии хозяйств не выгодно и в регионе преимущественно применяют ранние пары.

#### *4.2.2. Сроки начала обработки ранних паров*

Один из актуальных вопросов длительное время стоящих перед земледелием Иркутской области – это вопрос о сроках начала обработки чистого раннего пара. Основные задачи, стоящие перед паровой обработкой, заключаются в максимально возможном накоплении влаги за счет летних, летне-осенних и зимних осадков; активизации микробиологических процессов для накопления питательных веществ за счет минерализации различных органических остатков и гумуса; очищение почвы от потенциального запаса семян, корневищ и корневых отпрысков сорняков; уничтожение различных вредителей, возбудителей болезней, оздоровление почвы от разных неблагоприятных корневых выделений.

Агротехническое значение чистых паров по зонам и агроландшафтам не одинаково: в агростепных ландшафтах степной и лесостепной зон на первое место выдвигаются задачи накопления влаги, в агроландшафтах таежной и подтаежной зон – питательных веществ, во всех зонах – как наиболее эффективное агротехническое средство в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Анализ различных литературных источников по Восточной Сибири в целом показывает, что сроки начала обработки паров, как и вся последующая технология их обработки дифференцируется в зависимости от таких агроландшафтных условий как: особенности зоны или ландшафта по гидрологическим условиям, степень и тип засоренности полей, тип почвы и ее гранулометрический состав, степень подверженности и развития эрозионных процессов и т.д. В Красноярском крае в подтаежных, лесостепных и степных районах, не подвергающихся ветровой эрозии для борьбы с овсюжным типом засорения более эффективен чистый ранний пар с обязательной предварительной обработкой (Бекетов, 1983). При этом с осени проводятся лущение стерни на 8-10 см в двух направлениях. В степных и лесостепных районах края А.Д. Бекетов рекомендует весеннее лущение, так как это предохранит почву от ветровой эрозии, а оставшаяся с осени стерня будет способствовать дополни-

тельному накоплению влаги. На полях засоренных корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, а также овсюгом рекомендуется до двух лущений при глубине обработки 10-12 см.

Подъем раннего пара по краю рекомендуется осуществлять после массового появления сорняков: в таежной и лесостепной зоне во второй декаде июня, в степной - в первой половине июня. Основная обработка выполняется плугами с предплужниками на глубину 25-27 см, а на почвах с меньшим пахотным слоем – на полную его глубину. В Бурятии (Баертуев, 1960; Бохиев, Митюков 1975) на каштановых почвах июльские пары имеют преимущества перед ранними майскими и июньскими, а на более плодородных и влагоемких почвах – серых лесных, черноземах эффективнее ранние майские и июньские пары. При этом перед первой вспашкой обязательно проводится предварительное лущение или культивация, что позволяет в 2-2.5 раза увеличить прорастание сорняков.

В Иркутской области многие исследователи (Кузнецова, 1970; Белых, 1973; Ипполитов, 1960; Дроговоз, 1970 и др.) сходятся на том, что обработку ранних паров во всех основных зонах следует начинать с ранневесеннего лущения или дискования на 8-10 или 10-12 см. с последующим прикатыванием, а после массового прорастания сорняков проводить глубокую вспашку плугом с предплужниками в конце мая – начале июня.

Наши исследования, проведенные на темно-серой лесной почве в условиях закрытого агролесостепного ландшафта и в условиях открытого агростепного ландшафта (опытное поле кафедры земледелия и почвоведения ИрГСХА), показали (табл. 3), что на обоих типах почв наиболее высокая урожайность яровой пшеницы была получена при подъеме пара (первой глубокой обработке) на глубину 25-27 см, в период с 20 мая по 10 июня.

Как более ранние, так и более поздние сроки первой вспашки приводили к снижению урожайности зерна яровой пшеницы. Во всех вариантах было проведено предварительное весеннее лущение стерни с прикатыванием.

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков первой основной обработки чистого раннего пара (ц/га).

Сроки первой вспашки пара	Чернозем выщелоченный (среднее за 1983-1986гг.)	Темно-серая лесная (среднее за 1993-1995 гг.)
10-15 мая	26,2	31,6
20-25 мая	28,4	34,5
5-10 июня	27,1	33,1
20-25 июня	26,1	30,4
5-10 июля	25,0	28,6
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,3	2,6

#### 4.2.3. Технологии обработки чистого раннего пара

Длительное время в Иркутской области применялись на практике так называемые «трехрядные», а также «двухрядные» и «однорядные» пары. Под «рядностью» понималось количество вспашек в раннем пару.

Чаще всего трехрядные пары применяли передовые хозяйства, а так же передовики стахановского движения в период социализма.

Первая вспашка трехрядных паров чаще всего проводится в сроки проведения посева ранних яровых культур, вторая в июле и третья в августе. В свое время трехрядные пары считались образцом наиболее высокой агротехники. Однако, как указывала А.И. Кузнецова (1944), трехрядные пары не являлись приемами массовой агротехники. В подавляющем большинстве хозяйств в 30-50 годы применялись двухрядные пары, а в отстающих хозяйствах и однорядные, которые иногда настолько зарастали сорняками, что в народе их называли «зелеными».

Такая неопределенность в технологии обработки чистых паров была во многом связана с недостатком орудий для ухода за парами, особенно тяжелых, плоскорезных и рыхлящих. Кроме того, плуги с предплужниками в массовом порядке в МТС области стали поступать только после 1949 года. В связи с этим трехрядная обработка паров в значительной степени заменяла хорошо известный в настоящее время принцип послонной обработки пара. Кроме того, кроме плугов, глубже 10-17 см. обработку проводить было нечем.

На высокую эффективность трехрядного пара в борьбе с корнеотпрысковыми и корневищными сорняками указывал еще В.Е. Писарев (1916) – основатель Баяндаевского опытного поля, а затем директор Тулунской опытной станции. Сравнительное изучение трехрядных паров в сравнении с двухрядными и однорядными в течение 1967-1969 в Иркутском СХИ проводил С.Е. Дроговоз (1970), который установил, что:

- на глинистых темно-серых лесных почвах трехрядная технология обработки чистого раннего (первая вспашка в начале июня, вторая в июле, третья в августе) пара способствует созданию оптимального сложения пахотного горизонта, накоплению влаги и питательных веществ, полностью уничтожает корнеотпрысковые сорняки, что в конечном итоге приводит к увеличению урожайности пшеницы на 3 - 4,5 ц/га по сравнению с двухрядной технологией (вспашка в начале июня с перепашкой в августе). Безотвальная (с двумя безотвальными обработками) технология темно-серых лесных глинистых почв не эффективна, так как в меньшей степени, чем отвальная способствует накоплению влаги и питательных веществ в почве, не полностью уничтожает многолетние корнеотпрысковые сорняки. Это приводит к значительному снижению урожая;

- на выщелоченном черноземе обладающим относительно высоким плодородием, оптимальным сложением пахотного горизонта, наличием водопрочной структуры с высоким процентным содержанием агрономически ценных фракций, трехрядная технология обработки пара дает отрицательный результат, а из всех видов пара лучшим является пар с одной отвальной обработкой с последующими поверхностными обработками.

В опытах Д.В. Ипполитова (1960), высокую эффективность обеспечивает на тяжелосуглинистых и среднесуглинистых (на черноземах, серых лесных, дерново-карбонатных) почвах комбинированная технология, когда в начале июня проводится глубокая вспашка плугами с предплужниками, затем ведутся послонные плоскорезные обработки и культивации, а заканчивается обработка в августе глубоким безотвальным рыхлением. При такой технологии на поверхность почвы не выпахиваются новые порции семян однолетних сорняков, а корневая система многолетних сорняков глубоко подрезается в почве.

Это способствует лучшему очищению пашни от корнеотпрысковых, корневищных и однолетних сорняков, в сравнении с обычным двухрядным паром. За счет сокращения засоренности посевов по комбинированному пару урожайность пшеницы была выше, чем по безотвальному пару на 4,2 – 4,6 ц/га, а в сравнении с обычным двухрядным паром явного преимущества не отмечается.

Но даже при одинаковом урожае безотвальное рыхление имеет определенный экономический эффект, так как затраты на безотвальную обработку на 15-20% ниже, чем на вспашку.

Наши исследования, проведенные в разные годы на темно-серой лесной почве (опытное поле Иркутского НИИСХ) и выщелоченном черноземе (опытное поле Иркутского ГСХА), показали, что комбинированная технология обработки чистых ранних паров является наиболее эффективной (табл. 4 и табл. 5)

Аналогичные данные были получены в степной засушливой зоне региона на дерново-карбонатных почвах (Васильев, 1984). Содержание основных составляющих такую базовую технологию обработки чистого пара агроприемов сводился к следующему.

Таблица 4

Влияние технологий обработки чистого пара на темно-серой лесной почве на урожайность яровой пшеницы (ср. 1989-1993 гг.)

Технология обработки пара	Урожайность зерна, ц/га	К контролю	
		± ц/га	%
1	2	3	4
1. Пар черный (контроль): вспашка осенью плугом с предплужниками на 23-25, перепашка на 20-22 см в середине июня и конце августа. Между глубокими обработками - культивация с боронованием.	29,6	-	100
2. Пар ранний: вспашка в конце мая на 23-35 см в начале июня, перепашка на 20-22 см в конце августа. Культивация с боронованием как в варианте 1.	29,9	+0,3	101,0
3. Пар ранний: как в варианте 2, а вместо перепашки глубокое плоскорезное рыхление на 20-22 см.	31,1	+1,5	105,1
4. Пар ранний: в начале весны и летом обработка культиваторами и луцильниками до 10-12 см, в конце августа вспашка на 20-22 см.	28,7	-0,9	96,9

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
5. Пар ранний: как в варианте 4, в конце августа плоскорезное рыхление на 20-22 см.	29,1	-0,5	98,3
6. Пар ранний: в течение всего периода парования послойная обработка до глубины 10-12 см луцильниками и культиваторами.	28,8	-0,8	97,3
7. Пар ранний: как в варианте 2, а первая обработка в середине июня	27,1	-2,5	91,5
8. Пар ранний: как в варианте 2, а первая вспашка в середине июля.	27,8	-1,8	93,9
НСР <sub>0,5 ц/га</sub>	1,6		

Таблица 5

Урожайность яровой пшеницы при разных технологиях обработки выщелоченного чернозема по типу чистого раннего пара (среднее за 1981-1986 гг.)

Технологии обработки пара	Урожайность, ц/га
1. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня + перепашка на гл. 20-22 см в конце августа.	28,6
2. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня + плоскорезное рыхление на гл. 20-22 см в конце августа	32,6
3. Послойная обработка культиваторами и плоскорезами до гл. 23-25 см	27,2
4. Поверхностная обработка культиваторами и дисковыми рами	25,5
НСР <sub>0,5,ц/га</sub>	2,5

В начале или в середине мая после оттаивания верхнего десятисантиметрового слоя почвы проводится лушение стерни на глу-

бину 6-8 см с последующим прикатыванием кольчатыми катками, что способствует разрыхлению почвы, заделке семян сорняков и началу их массового прорастания. После массовых всходов сорняков в конце мая – начале июня проводится глубокая вспашка с обязательным выравниванием и прикатыванием почвы. Далее, примерно через 2-2,5 недели проводится послойная, с постепенным углублением обработка в начале легкими, а затем тяжелыми культиваторами в агрегате с боронами или катками. До второй глубокой обработки проводится три таких послойных обработки, а заканчивается подготовка пара глубоким безотвальным рыхлением плоскорезами – глубокорыхлителями или чизельными плугами. Одна из механических обработок (плоскорезная) может быть заменена на применение гербицидов сплошного действия. При необходимости внесения навоза, он вносится под первую вспашку. Кулисный пар обрабатывается аналогичным образом. В комбинированном кулисном пару в конце июня после культивации с боронованием на гл. 5-6 см проводят посев кулис из горчицы. Горчица высевается специально оборудованным агрегатом, состоящим из трактора ДТ-75, сцепки СП-16, сеялки СЗП-3,6 в варианте с катками, зубовыми боронами БЗС-1,0 и планировщиком (желательно круглого поперечного сечения). Сеялку в агрегате устанавливают по центру хода трактора. К задним углам ее рамы крепят два звена борон по три штуки в каждом. Таким образом, между ними образуется свободное пространство, необходимое для заданной глубины заделки горчицы.

Остальные звенья борон соединяют со сцепкой. Помещенный перед сеялкой планировщик предназначен для выравнивания поверхности почвы. В подготовленной для работы сеялке оставляют пять центральных высевальных аппаратов, а на других ставят заглушки. Пружины сошников опускают.

Семена горчицы перед посевом следует смешивать со сложными гранулированными удобрениями (на 1 кг семян – 10 кг удобрений). Сеялка должна высевать 0,4-0,5 кг/га семян горчицы и заделывать их в почву на глубину 3-4 см с одновременным прикатыванием. Кулисы должны располагаться поперек господствующих ветров (отклонение не более 15°). Оптимальная величина межкулисного пространства 10-15 м. это позволяет вести двукратный проход КПЭ-3,8 с трактором К-700.

#### 4.2.4. Влагообеспеченность в парах

Проведенные нами исследования показали, что как в открытых агростепных, так и закрытых агролесостепных и подтаежных ландшафтах, технология обработки пара мало влияет на динамику запасов продуктивной влаги в почве, а ее изменения больше зависят от характера распределения осадков по месяцам, а в соответствии с этим периодов иссушения и периодов влагонакопления (табл.6).

Таблица 6

#### Влияние технологий обработки чистого раннего пара на динамику запасов продуктивной влаги, мм

Технология обработки пара	Слой почвы, см	Даты определения влажности			
		15.05	15.07	15.08	15.10
<i>Степь, дерново-карбонатная почва (ср. 1978-1980 гг.)</i>					
1. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня, перепашка на 20-22 см в конце августа – контроль	0-30	41	30	39	38
	0-100	64	130	156	160
2. Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см	0-30	45	33	41	40
	0-100	159	138	159	163
3. Вспашка на 23-25 см в начале июня, плоскорезное рыхление на 20-22 см в конце августа	0-30	46	32	42	42
	0-100	160	135	160	161
<i>Открытая лесостепь, чернозем выщелоченный (ср. 1981-1984 гг.)</i>					
1. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня, перепашка на 20-22 см в конце августа – контроль	0-10	51	27	41	40
	0-100	174	141	163	176
2. Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см	0-30	55	38	40	39
	0-100	174	161	169	164
3. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня, плоскорезное рыхление на гл. 20-21 см в конце августа.	0-30	56	30	43	41
	0-100	173	156	170	169
<i>Закрытая лесостепь (подтайга), темно-серая лесная почва (ср. 1989-1992 гг.)</i>					
1. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня, перепашка на 20-22 см в конце августа – контроль	0-30	54	36	93	44
	0-100	176	166	171	177
2. Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см.	0-30	55	35	44	46
	0-100	178	168	172	174
3. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня, плоскорезное рыхление на гл. 20-22 см в конце августа	0-30	55	32	45	43
	0-100	177	170	173	175

После первых обработок пара, независимо от того, проводились они отвально или безотвально, мелко (плоскорезами) или глубоко (вспашка) и до начала выпадения летних дождей запасы продуктивной влаги прогрессивно уменьшаются по всем вариантам обработки пара, как в пахотном, так и в метровом слоях почвы.

Вместе тем, наиболее интенсивное иссушение пахотного и метрового слоев почвы идет в открытых агростепных и лесостепных ландшафтах. В агроландшафтах закрытой лесостепи и подтайги процессу иссушения больше подвержен пахотный слой, а в метровом слое потери влаги незначительны. После выпадения летних (июльских и августовских) дождей влагозапасы в паровых слоях начинают пополняться и также не зависят от технологии их обработки.

К моменту начала замерзания почвы (первая-вторая декада октября) в метровом слое почвы во всех агроландшафтах влагозапасы пополняются до уровня весеннего максимума, а в пахотном слое чаще не достигают его. Анализ динамики запасов продуктивной влаги отдельно в годы с засушливым и хорошо увлажненным периодом парования показал, что чем засушливее первый период парования, тем быстрее и глубже иссушается сначала верхний пахотный, а затем и подпахотные слои почвы. Вместе с тем, наиболее активный влагооборот происходит примерно в слое 0-60 см.

Известно, что паровое поле проходит два зимних периода: первый – в виде необработанного с осени жнивья, второй после окончания подготовки пара, идущего под посев соответствующей культуры. В целом же, поле, отведенное под пар, ничем не занимается в течение полутора лет, а сезонные процессы испарения и накопления влаги в почве паров различны. В первый осенне-зимне-весенний период, как правило, необработанное с осени паровое поле (идущее под ранний пар) влагу не теряет (табл.7).

Этому способствует оставшаяся на поле стерня, которая забивается снегом (снега накапливается на стерне в 2-2,5 раза больше, чем на вспаханном поле) и препятствует вымораживанию и выветриванию влаги. Более того, к моменту схода снега на таких полях влаги содержится не меньше, а чаще даже на 5-10 мм больше чем к моменту посева культур по пару. При этом, чем менее увлажненной почва уходит в зиму, тем больше она поглощает влаги к моменту

посева и в первую очередь за счет значительного накопления влаги твердых осадков.

Таблица 7

Изменение запасов продуктивной влаги на темно-серой лесной почве за осенне-зимне-весенний период после разных технологий обработки и на необработанном и стерневом фоне, мм

Сроки определения влажности	Технологии обработки пара				Без осенней обработки (стерня после пшеницы по пару)
	вспашка + перепашка	послойная плоскорезная обработка	вспашка + плоскорезная обработка	плоскорезная послойная + вспашка	
Перед уходом на зиму (1981 – 1984 гг.)	41/164	37/150	42/146	40/145	34/148
После схода снега (1982 – 1989 гг.)	51/168	42/172	46/159	41/156	45/178
± весна к осени	+10/+4	+5/+22	+4/+13	+1/+11	+11/+30

Следует также отметить, что на необработанных с осени полях физическая спелость почвы пахотного слоя наступает на 8-10 дней позже, чем на вспаханных полях, которые весной раньше теряют снег, начинают быстро просыхать, что и делает необходимым обязательность такого приема на вспаханной зяби как ранневесеннее закрытие влаги. На стерневых фонах, такой интенсивной “перекачки” влаги в атмосферу не происходит.

Установленные закономерности отмечаются как в агроландшафтах степной, так и лесостепной, и подтаежной зон.

Во второй период (период непосредственно связанный с обработкой пара), с начала парования, и примерно до середины июня, идут потери продуктивной влаги независимо от технологии паровой обработки, а со второй половины лета ее накопление до уровня ве-

сенного максимума. При этом технологии обработки пара значительных различий по влагонакоплению не имеют.

Роль и значение чистых ранних паров в влагонакоплении далеко неоднозначно и в отдельные годы существенно различается (табл.8).

Таблица 8

Накопление запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы после различных предшественников к посеву зерновых культур, мм

Культуры	После засушливых лет (1981, 1990, 1992, 2000 гг.)	После нормальных по увлажнению лет (1982, 1991, 1993, 2000 гг.)
Пшеница по пару	162	157
Ячмень по пшенице	83	145
Пшеница по кукурузе	130	153
Пшеница по занятому пару (горохо-овсу)	134	152

В годы, когда период парования совпадает с острой весенне-летней засухой, чистые пары гарантируют хорошие влагозапасы к посеву пшеницы, превышающие влагонакопительную роль других предшественников. В годы же с достаточным увлажнением (на уровне среднемноголетнего количества осадков по месяцам) чистым парам не уступают другие предшественники (занятые пары, кукуруза). Размещение же зерновых по зерновым, даже если первая зерновая культура размещается по чистому пару, после засушливых лет обрекает вторую зерновую культуру на заведомо недостаточную влагообеспеченность. Производственная практика ведения земледелия в условиях степной и засушливой зоны, примыкающий к Братскому водохранилищу (ЗАО «Приморское», Нукутского района; ОПХ «Элита», Эхирит-Булагатского района и др., где периодичность засух не менее 5-6 из 10 лет) полностью подтвердила результаты наших исследований. Имея в структуре использования пашни 20-22% чистых ранних паров и обрабатывая их по комбинированным технологиям (1 технология – послойная культиваторная и плоскорезная или обработка до полной глубины гумусового слоя с предварительным первым лушением и прикатыванием; 2 техноло-

гия – вспашка в конце мая – начале июня с последующей послойной обработкой культиваторами и плоскорезами, а в конце августа чизельными плугами) эти хозяйства получают стабильные и устойчивые урожаи яровой пшеницы (более 23-25 ц/га).

#### *4.2.5. Нитратный азот в парах*

Накопление нитратного азота в паровых полях подтверждается данными многих исследователей. Как правило, накопление нитратного азота в парах связано с интенсивным разложением органических остатков в процессе многократных обработок.

В условиях Бурятии (Чемитдоржиева, 1990) каштановые почвы за год парования теряют от 0,52 до 1,55 т/га гумуса на одном гектаре, что эквивалентно внесению 6-9 т/га стандартного подстильного навоза. Г.Д. Чититдоржиева также приводит данные, что из 1 т навоза образовывается в среднем 70 кг гумуса, соломы - 31, корней - 40, зеленой массы овса – 30, рапса около 20 кг. На каштановых почвах Бурятии за 24 года потери гумуса составили 30-50% исходного состояния, за этот же период содержание органического вещества в черноземах снизилось на 30-40, на серой лесной почве – на 20-30% (Имегенов, Максимов, 1989). Одна из причин столь значительных потерь гумуса – высокий (до 25-33%) удельный вес паров в севооборотах, а проблему плодородия в регионе можно решить за счет кардинального обогащения почвы свежим органическим веществом, например, за счет сидерации донника. В связи с интенсивной минерализацией органического вещества в посевах западного Забайкалья при паровании накапливается в 2 раза больше нитратного азота, чем его остается после выращивания культур севооборота (Батудаев, Бохиев, Уланов, 2004).

В Красноярском крае (Лисунов, 2002) в парах накапливается значительное количество N-NO<sub>3</sub> и они даже могут мигрировать по профилю с водой от обильных осадков во второй половине лета. В засушливые годы (1978-1981 гг.), когда период парования проходил в условиях относительно высоких температур и биологической активности, выщелоченный чернозем в слое почвы 0-40 см накапливал 150-200 кг/га нитратного азота и более. Этого количества нитратного азота хватило бы для достижения урожая более 50 ц/га, что для условий открытой лесостепи является труднодостижимым пре-

делом, поскольку уровень урожайности лимитируется влагой. Именно это обстоятельство определяет относительно слабое потребление азота в период вегетации, хотя количество его под посевами пшеницы, оставаясь на достаточно высоком уровне, уменьшалось к середине вегетации, достигая наименьших значений ко времени уборки урожая.

Подготовка паров в крае в более влажных и поэтому сравнительно прохладных условиях несколько уменьшает количество нитратного азота к посеву пшеницы в типичные и благоприятные по распределению осадков годы, но запасы элемента характеризуются достаточно высокими показателями, составляя в слое 0-40 см 25-30 мг/кг (115-140кг/га).

В Читинской области (Шашкова, 1985) также отмечена значительная роль паров в накоплении нитратного азота. Однако, рассматривая отдельные регионы Восточной Сибири, выявляется, что в абсолютных показателях в среднем меньше всего  $\text{NO}_3$  мобилизуется в парах Забайкалья (Читинская область); несколько больше в Бурятии, затем в Иркутской области, а наиболее благоприятные условия – в Красноярском крае. Это, прежде всего, связано с более благоприятными почвенно-климатическими ресурсами в последних регионах.

Проведенные нами исследования показали, что чистые ранние пары независимо от технологии их обработки на всех основных типах почв (серые лесные, дерново-карбонатные, выщелоченные черноземы) в среднем за период парования увеличивают содержание нитратного азота примерно в 2 раза и преимущественно в пахотном слое 0-30, 0-40 см (табл.9).

При этом содержание нитратов возрастает с 9-11 до 18-20 мг/кг. В засушливые годы их содержание к концу парования достигает и даже превышает 30-35 мг/кг. В годы с повышенным увлажнением содержание  $\text{N-NO}_3$  к концу парования увеличивается незначительно.

Нами также отмечено, что накопленный за период парования нитратный азот не перемещается вниз по профилю, а сохраняется до посева культур.

Таблица 9

Динамика N-NO<sub>3</sub> при разной технологии обработки пара на выщелоченном черноземе (ср. за 1982-1986 гг.), мг/кг почвы

Технологии обработки пара	Даты определения N-NO <sub>3</sub>					
	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10
<i>В слое 0-30 см</i>						
Вспашка на 23-25 см в начале июня + перепашка в конце августа	9,5	10,4	15,6	11,1	16,3	18,6
Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см	10,5	13,7	16,2	16,1	15,6	19,3
Вспашка на гл.23-25 см в начале июня + плоскорезная обработка в конце августа на гл. 20-22 см	10,2	12,8	16,8	14,3	16,2	19,3
<i>В слое 0-100 см</i>						
1. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня + перепашка в конце августа	11,6	11,6	16,7	11,5	12,7	17,1
2. Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см	11,5	11,2	15,1	14,1	14,7	18,4
3. Вспашка на гл. 23-25 см в начале июня + плоскорезная обработка в конце августа на гл. 20-22 см	13,0	13,3	11,2	10,6	17,1	15,8

#### 4.2.6. Содержание почвенного фосфора и калия

Многие исследователи и агрономы, глубоко не вникая в данный вопрос, полагают, что пары накапливают все элементы питания, в том числе и фосфор. Однако это далеко не так. В работе В.А. Шелковникова (1972) отмечалось, что не меньше, чем в паровом поле фосфатов накапливается под кукурузой, а под горохом больше, чем в пару. А.Н. Угаров (1965) определяя подвижный фосфор в пару и под культурами нашел, что и в пару и под растениями в начале вегетации содержание фосфатов высокое, затем подвергается незначительным колебаниям в сторону уменьшения или увеличения, но к концу лета идет убывание до минимума.

Полученные нами данные вполне согласуются с этими положениями и во все годы исследований динамика фосфатов в пару и под культурами была сходной, причем к концу сезона в пару содержалось фосфатов не выше, чем под другими культурами, а в большинстве случаев даже ниже (табл.10).

Таблица 10

Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см под культурами зернопарового севооборота в зависимости от паровой и осенней обработки темно-серой лесной почвы (среднее за 1981-1985 гг.), мг/100 г. почвы

Обработка почвы	Даты определения подвижного фосфора					
	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10
1	2	3	4	5	6	7
Обработка пара:	Пар чистый					
Две вспашки	13,1	14,5	9,0	2,7	4,2	4,5
Послойная плоскорезная обработка	13,3	15,0	8,6	2,4	3,8	4,0
Вспашка + плоскорезная обработка	14,0	16,1	9,3	3,0	4,0	4,6
Обработка зяби:	Пшеница по пару					
По двум вспашкам в пару	12,2	9,3	8,6	2,8	5,1	5,0
По послойной обработке пара	12,1	9,6	13,2	3,2	4,6	4,7
По комбинированной обработке пара	13,2	9,7	12,0	2,9	5,4	5,6
	Ячмень					
Вспашка на гл. 20-22 см	12,1	9,1	11,0	6,7	8,6	8,7
Плоскорезная обработка на гл.20-22 см	12,7	10,9	13,2	5,8	8,5	9,0
Без основной обработки	13,0	10,5	13,9	7,1	7,3	9,2

При этом на динамику фосфатов технологии обработки пара и приемы основной обработки зяби заметного влияния не оказывают, а после обработки зяби в предзимний период подвижного фосфора содержится не меньше, чем по пару. Одной из причин такой динамики фосфатов на наш взгляд является то, что, несмотря на высокое содержание фосфора в местных почвах, проблема обеспече-

ния им растений остается сложной, что связано с трудной доступностью фосфатов ввиду особой специфичности физико-химических и биологических процессов в почвах Восточной Сибири. По данным В.Е. Шевчука (1977), в наших почвах в недоступной для растений форме содержится 14-88% фосфатов, а подвижные его формы подвержены значительным сезонным колебаниям и зависят от целого ряда многообразных причин. На слабую динамичность фосфатов в почвах Красноярского края указывал и В.В. Лисунов (2002).

Что касается содержания и динамики в парах подвижного (обменного) калия, то также как и по фосфору каких-либо преимуществ чистого пара перед другими предшественниками нами не выявлено.

Не установлена также какая-либо разница в накоплении обменного калия по вариантам обработки пара.

Таким образом, можно с полным основанием констатировать, что чистый пар имеет безусловное преимущество перед другими предшественниками по накоплению нитратного азота, а на накопление подвижных форм фосфора и калия чистые пары, независимо от технологии их обработки, заметного влияния не оказывают. Можно также предполагать, что одной из причин снижения запасов подвижного фосфора в пару является интенсивное его потребление самими микроорганизмами для построения своих тел и жизнедеятельности в процессе усвоения фосфатов, выделяемых в почвенный раствор при интенсивной паровой обработке.

#### *4.2.7. Засоренность почвы и посевов в парах и после них*

В условиях региона на старопахотных землях создан огромный запас семян сорняков до 1,5-1,6 млн. штук в пахотном слое на одном гектаре (Дроговоз, 1970, Солодун, 2003).

По наблюдениям А.Г. Белых, Ю.А. Доманского, В.А. Шелковникова (1974) одной из основных причин высокого потенциального запаса семян сорняков при ежегодной вспашке являются ранние сроки посева и поздняя уборка урожая.

По нашим данным, на землях с высокой засоренностью результаты борьбы с сорняками определяются не только приемами и технологиями (системами) обработки (отвальная, безотвальная, культивация или лущение, боронование или прикатывание), но и

сроками, а главное продолжительностью периода механической обработки почвы. С увеличением времени и интенсивности обработки, приуроченным к наиболее уязвимым для сорняков срокам, особенно в процессе парования, происходит наибольшее значительное снижение потенциальной засоренности пашни. По данным С.А. Котта (1947), Б.А. Доспехова (1967), за период парования удается уничтожить около 15% семян сорняков от их общего запаса в пахотном слое. По Н.З. Милащенко (1978), Д.И. Бурова и Г.И. Казакова (1968) паровой обработкой можно снизить запасы семян сорняков на 39-56%. По данным А.Н. Власенко (1995), в пару уничтожается от 20-30% сорняков. В условиях Бурятии (Бохийев, Митюков, 1975), более высокое очищение почвы от семян сорняков наблюдается в парах (41-47%), затем под кукурузой (35,3%) и под картофелем (24,8%). Под пшеницей запас сорняков в пахотном слое возрастает на 23%. Нами получены данные, близкие к этим показателям (табл.11).

Таблица 11

Изменение потенциального запаса семян сорняков в пахотном слое (0-30 см) выщелоченного чернозема под культурами – предшественниками (среднее за 1978-1985 гг.)

Культуры – предшественники	В начале вегетационного периода (парования) млн. шт./га	В конце вегетационного периода (парования), млн., шт./га	Изменение (+,-)	
			млн. шт./га	%
Чистый пар	396	265	-131,0	33,1
Занятый пар (горохо-овес)	384	303	-81	-21,1
Кукуруза на силос	390	298	-92	-23,6
Пшеница	370	431	+61	+16,4
Горох	375	446	+71	+19,8
НСР <sub>05</sub>	20,3	16,1	-	-

Наибольшее очищение пахотного слоя от сорняков в чистом пару – 33,1%. Горохо-овес и кукуруза на силос уступают чистому пару примерно в 1,5 раза, а под пшеницей и горохом за вегетацион-

ный период дополнительно к исходному запасу накапливается 16-19% семян сорняков.

Разные технологии обработки чистого раннего пара оказывают неодинаковое влияние на общий процент уничтожения сорняков в пахотном слое и по отдельным его частям (табл.12)

При проведении в пару двух вспашек идет очищение всех частей пахотного слоя. При послойной обработке плоскорезами и культиваторами значительно уменьшается запас сорняков только в верхних (0-10 и 10-20 см) частях пахотного слоя, а в слое 20-30 см почти весь запас сорняков сохраняется. В результате применения комбинированных обработок процент уничтожения сорняков несколько возрастает по сравнению с послойной обработкой, но все равно не достигает показателя двукратной вспашки.

Таблица 12

Влияние технологий обработки чистого пара на изменение засоренности пахотного слоя выщелоченного чернозема (среднее за 1981-1985 гг.)

Технология основной обработки пара	Количество семян сорняков в слое, млн. шт/га				Процент уничтожения
	0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-30 см	
Вспашка в начале июня на гл. 23-25 см + перепашка в конце августа на гл. 20-22 см	355/265	418/315	450/289	1223/869	29,0
Послойная плоскорезная обработка до конца августа до гл. 20-25 см	464/371	477/340	365/350	1306/1065	18,4
Вспашка в начале июня на гл. 23-25 см + плоскорезная обработка в конце августа на гл. 20-22 см.	367/290	419/332	469/359	1255/1009	19,6
Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см + вспашка на гл. 20-22 см.	411/313	475/372	346/284	1232/969	21,2

Примечание: в числителе – до первой обработки в мае, в знаменателе – в конце парования в сентябре

Полученные данные позволяют сделать вывод, что на почвах с высокой потенциальной засоренностью необходимо применять не менее одной вспашки, что позволит эффективно очищать не только верхний, но и весь пахотный слой почвы. Необходимо отметить и в целом довольно высокую сороочищающую роль технологий паровой обработки, так как снижение потенциального запаса семян сорняков на 18-29% от общего запаса 300-500 млн. шт/га имеет важное агротехническое значение. Если рассмотреть дальнейшую динамику потенциальной засоренности пахотного слоя под последующими культурами (например, в зернопаровом севообороте), то выясняется (табл.13), что постепенно, по мере удаления от парового поля, засоренность почвы вновь начинает прогрессивно возрастать.

Таблица 13

Засоренность пахотного слоя (0-30 см) выщелоченного чернозема семенами сорняков под культурами зернопарового севооборота в зависимости от систем основной обработки почвы, млн. шт./га

Система обработки почвы	В конце парования, 1982 г.	Перед уборкой пшеницы, 1983 г.	Перед уборкой ячменя, 1984 г.	Снижение (-), увеличение (+) засоренности почвы за 3 года	
				млн. шт/га	%
Две вспашки в пару и осенняя вспашка под ячмень	1256	1301	1315	+57	+4,5
Послойная плоскорезная обработка в пару и основная плоскорезная обработка под ячмень	1202	1229	1401	+199	+16,5
Вспашка + плоскорезная обработка в пару, осенняя плоскорезная обработка под ячмень	1182	1194	1322	+140	+11,8
Вспашка + плоскорезная обработка в пару, посев по стерне ячменя (СЗС – 2,1)	1124	1189	1281	+157	+14,0

В наибольшей степени засоренность почвы возрастает к концу ротации севооборота при ежегодной плоскорезной обработке, несколько ниже растет при плоскорезной обработке под ячмень и прямом посеве ячменя. Вариант с ежегодной системой вспашки (в пару и под ячмень) в наибольшей степени сдерживает накопление потенциального запаса семян сорных растений. Если сравнить проценты уничтожения сорняков в чистом пару с процентом накопления сорняков под культурами, то выясняется, что при ежегодной системе вспашки положительная сороочищающая роль пара будет действовать в севооборотах 5-6 лет, а при любой замене этой системы на более минимализированную систему обработки почвы фитосанитарная роль пара в севообороте сократится от одного года до трех лет, в зависимости от доли отвальной обработки в севообороте.

Отсюда следует, что вспашка остается мощным агротехническим средством оптимизации фитосанитарного состояния почвы. Разумеется, что с применением современных высокоэффективных гербицидов и их баковых смесей, ее роль несколько снизится, но агроэкологическая значимость этого приема сохранится.

Засоренность посевов по вариантам обработки пара хорошо согласуются с потенциальным запасом семян в почве. Характерная особенность засоренности посевов заключается в том, что по послойной плоскорезной обработке пара под пшеницей прорастание сорняков было более массовым и в то же время более продолжительным (табл.14)

Таблица 14

Засоренность посевов пшеницы по разным технологиям обработки пара (среднее за 1981 – 1985 гг.), шт/м<sup>2</sup>

Основная обработка пара	Сроки учета засоренности		
	всходы	кущение	перед уборкой
Вспашка + перепашка	83	89	32
Послойная плоскорезная обработка	100	145	38
Вспашка + плоскорезная обработка	94	98	39

Примечание: химпрополка проводилась после учета засоренности в фазу кущения

Если по отвальной обработке от начала всходов до фазы кушения прирост всходов сорняков был незначительным, то по плоскорезной обработке за этот период количество сорняков увеличивалось примерно в 1,5 раза. Технологии обработки пара, а также и зяби оказывают существенное влияние на состав биологических групп и видов сорняков (табл.15)

Таблица 15

Основные биологические группы сорняков в посевах культур зернопарового севооборота в зависимости от основной обработки почвы (среднее за 1982-1983 гг.)

Системы основной обработки	Всего сорняков, шт/м <sup>2</sup>	В том числе по биологическим группам, в % от общей численности			
		яровые ранние	яровые поздние	многолетние	прочие
<i>Пшеница по пару</i>					
Пар:					
Отвальная + безотвальная	89	90	3	-	7
Послойная плоскорезная	146	40	48	-	12
Комбинированная	98	80	12	-	8
<i>Ячмень</i>					
Зябь:					
Вспашка на гл. 20-22 см	154	82	12	-	6
Плоскорезная на 20-22 см	210	61	30	-	9
Без основной обработки	223	36	55	-	9

За годы исследований основными сорняками в посевах культур были яровые ранние (марь белая, жабрей, овсюг и др.) и яровые поздние (щетинники сизый и зеленый, просо сорное, ежовник и др.). На долю многолетних (пырей ползучий и осоты) приходилось не более 3-4% от общего количества сорняков. Прочие сорняки (морковник, конопля, ярутка полевая и др.) составляли от 6 до 15%. В посевах по отвальной обработке пара преобладали яровые ранние сорняки. По комбинированной обработке яровых ранних было несколько меньше, но они также преобладали. В посевах по плоскорезной обработке пара почти 50% составляли яровые поздние сорняки. Общая засоренность яровой пшеницы по плоскорезной обра-

ботке пара была почти в 2 раза выше, чем по отвальной, сочетание вспашки и плоскорезной обработки в пару сдерживало прорастание сорняков, а их количество было почти на уровне отвальной.

Под ячменем, размещаемом после пшеницы по пару, засоренность посевов начинает нарастать и более значительно при замене осенней вспашки на плоскорезное рыхление и прямой посев. Засоренность второй культуры по пару (ячменя) по сравнению с первой (пшеницей) увеличивается почти вдвое. Следует также отметить тот факт, что средняя масса одного сорняка по безотвальным обработкам была почти всегда меньше, чем по вспашке, хотя численность их была больше, т.е. явно, что по безотвальным фонам сорняки испытывали взаимную конкуренцию, были менее развитыми и в отличие от отвальных фонов располагались в самом нижнем ярусе агрофитоценоза.

Визуальные наблюдения за сорной растительностью после 2-3-х лет ежегодной обработки без оборота пласта показывают картину сплошного зеленого ковра с высотой травостоя от 5 до 20 см в посевах культур.

Полученные результаты исследований по засоренности посевов свидетельствуют о высокой провокационной эффективности безотвальных приемов основной обработки почвы. Отсюда можно было бы предположить, что применяя в течении длительного времени только «безотвалку» можно постепенно очистить пахотный слой от сорняков, применяя соответствующие гербициды. Однако это только теоретически, поскольку предотвратить осыпание сорняков при поздней уборке невозможно, и, кроме того, семена сорняков прорастают на протяжении всего вегетационного периода, а применение гербицидов ограничивается фазой кущения – начала колошения.

Отсюда следует, что комбинированные системы обработки пара, а следовательно, и комбинированные системы обработки почвы в севооборотах, основанные на обоснованном сочетании и чередовании отвальных и безотвальных глубоких и мелких механических обработок в сочетании с химическими – наиболее оптимальный путь регулирования фитосанитарной обстановкой в современных системах земледелия.

Подводя итог исследований и обобщений по разделу 4.2 нам представляется выделить следующие положения, имеющие теоре-

тическое и практическое значение для основных природно-сельскохозяйственных зон Иркутской области:

1. Черные пары в условиях Иркутской области не имеют преимуществ перед чистыми ранними ни в агротехническом, ни в организационно-хозяйственном отношении

2. В качестве базовой технологии обработки чистого раннего пара должна применяться комбинированная технология, включающая вспашку плугами с предплужниками в конце мая – первой декаде июня на глубину гумусового слоя с предварительным лущением и прикатыванием почвы; послойными обработками культиваторами и плоскорезами с постепенным углублением; глубоким рыхлением почвы безотвальными орудиями в конце августа.

3. Главное преимущество чистого пара перед другими предшественниками заключается, прежде всего, в его безусловном приоритете в накоплении нитратного азота, очищении пахотного слоя от потенциального запаса семян сорняков и накоплении влаги. В засушливые годы, совпадающие с периодом парования, чистые пары гарантируют достаточную влагообеспеченность и обеспеченность нитратным азотом любые, размещаемые по ним первые культуры. Проблему обеспеченности растений подвижным фосфором и калием чистые пары не решают.

4. Высокий комплексный агротехнический эффект от чистого не удобренного пара распространяется, главным образом, на первую культуру, а по засоренности действует не менее 2-3 лет. Вторая и последующие после пара культуры уже начинают нуждаться в дополнительных приемах по улучшению минерального питания, накопления влаги и борьбе с сорняками

5. В условиях малоувлажненных агроландшафтов степи и лесостепи лучшие условия для накопления продуктивной влаги создаются в ранних чистых кулисных парах.

6. В условиях слабого ресурсного обеспечения современного земледелия и, особенно в зонах недостаточного увлажнения, паровые поля служат едва ли не единственным средством повышения урожайности, качества и стабильности производства зерна. Несмотря на негативные моменты, связанные с парованием, распыление структуры почвы и как следствие, возрастание опасности эрозии, усиление минерализации органического вещества, задержка возврата вложенных средств в год парования как минимум на год, роль

парового поля пока незаменима. Пары должны восприниматься как важнейшее средство интенсификации земледелия, обеспечивающее возможность улучшения фитосанитарного состояния полей, накопления влаги и нитратного азота, внесения органических удобрений и мелиорантов.

7. В острозасушливых районах региона (наиболее экстремальный по частоте засух – 7-8 лет из 10 лет – Нукутский район) приведенная нами выше базовая схема обработки чистого была видоизменена: в связи с поставками в регион высокоэффективных гербицидов сплошного и системного действия (Торнадо и Торнадо-500) первая вспашка была заменена на обработку гербицидами (со сроками обработки с конца мая до начала июля после массового отрастания сорняков до высоты не менее 10-15 см), после 15-20 дней – обработку дискаторами и окончанием обработки в августе – чизельными плугами.

Такая обработка паров оказалась вполне адаптивной к зоне и обеспечивает урожайность яровой пшеницы до 25-30 ц/га. Кроме того, эта технология имеет высокий ресурсосберегающий эффект.

### **4.3. Занятые пары**

#### *4.3.1. Сравнительная эффективность чистых и занятых паров*

В условиях Восточной Сибири к занятым парам относят поля, которые освобождаются от парозанимающей культуры и обрабатывают не позднее третьей декады июля. Если поле освобождено и обработано в августе, что это будет ранняя зябь, в сентябре – средняя, в начале октября и позднее – поздняя.

Культуры, которые выращиваются до начала обработки занятых паров, называются парозанимающими культурами. Но это не значит, что если парозанимающую культуру убрать в августе, а почву обработать в сентябре, тоже получим обработку по типу занятого пара. Так часто и делают в производстве. Уберут однолетние травы в сентябре, вспашут в октябре, а потом говорят, что «занятый пар» после однолетних трав уступают по урожаям ранней зяби после кукурузы. Июльский срок первой глубокой обработки – главное условие высокой агротехнической эффективности занятого пара.

В Восточной Сибири, изучением агротехники и сравнительной оценкой занятых паров занимались многие научно-исследовательские учреждения и нередко дублировали друг друга.

Большинство первых исследователей пришли к выводу, что занятые пары в Восточной Сибири мало перспективны, так как уступают по урожайности чистым парам. Так, на Красноярской опытной станции в 20-е годы, в среднем за 7 лет в лесостепной зоне получили урожаи по чистому июньскому пару 14,9 ц/га, зерна пшеницы, а по занятому вико-овсяному – 12,5 ц/га (-2,4 ц/га); по картофельному – 10,9 ц/га (-4,0 ц/га). На Казаченском опытном поле в подтаежной зоне урожаи пшеницы соответственно составили 13,9 ц/га, , 13,0 ц/га (-0,9 ц/га) и 8,5 (-5,4 ц/га). Кроме этих занятых паров изучались свекольный, морковный, турнепсовый и др. (Белых, 1973). Понятно, что все вышеуказанные культуры никто не убирал в июле, а скорее всего в сентябре или в августе, когда обработка уже не обеспечивала занятого пара, а давала обычную зябь. Занятые пары также изучались несколько позднее на Тулунской опытной станции и Баяндаевском опытном поле.

По средним урожаям за 2-5 лет авторы также пришли к выводу, что значительные потери зерна двух хлебов после занятого пара не могут окупиться полученным с пара зерном, а поэтому занятый пар не выгоден. Только из более поздних исследований стало выкристаллизовываться правило и положение о том, что эффективность занятых паров прежде всего определяется летними сроками их подъема (июньскими или июльскими), но не позднее конца июля.

Это было показано в работах по Иркутской области (Гиль, 1964), Бурятии (Бубеев, Баертуев, 1960), Красноярскому краю (Скляднев, 1967), Читинской области (Полупуднов, 1961) и др.

В опытах указанных исследователей было доказано, что даже в засушливых зонах занятые пары по накоплению влаги, нитратного азота при ранних сроках их подъема не уступают чистым парам. По сороочищающей же способности преимущество чистого пара значительно выше, что отмечалось всеми исследователями. В опытах А.Р. Гиля в слое 0-30 см серой-лесной почвы при вспашке вико-овсянного пара 20 июля к моменту замерзания в почве накопилось 50 кг/га N-NO<sub>3</sub>, при вспашке 25 августа (ранняя зябь) – только 28,1 кг/га, или почти в два раза меньше в сравнении с занятым паром,

именно в этом раскрывается агротехническая сущность сроков обработки занятого пара. Урожай по занятым парам обычно незначительно уступают урожаям по чистым парам. Но если в агротехнике занятого пара строго придерживаться научных рекомендаций, урожаи по ним могут превосходить урожаи по чистым парам. Важное достоинство занятых паров в том, что они являются источником грубых и сочных кормов. Другое их преимущество в отличие от чистых паров – обогащение почвы органическими остатками, тогда как в чистом пару идет активная минерализация гумуса.

По данным наших исследований, проведенных на выщелоченном черноземе в открытой лесостепи в среднем за 15 лет урожайность яровой пшеницы по чистому пару была на 2,9-4,0 ц/га выше чем по занятому (табл.16).

Таблица 16

Урожайность яровой пшеницы по разным предшественникам  
(среднее за 1965-1980гг.), ц/га

Предшественники	Урожайность	% к чистому пару
Чистый пар	25,6	100
Сидеральный донниковый пар	22,3	87,1
Занятый пар (горохо-овес)	21,9	84,3
Кукуруза	22,7	88,6
Пшеница	14,0	54,6
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,6	-

Существенной разницы между занятым сидеральным, занятым парами и кукурузой не установлено. В полевых севооборотах на темно-серой лесной почве в закрытой лесостепи получены следующие данные урожайности полевых культур по предшественникам (табл.17).

Урожайность сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах по разным предшественникам на темно-серой лесной почве (среднее за 1989-1993 гг.), ц/га.

Культуры	Предшественники					
	чистый пар	занятый пар (горохо-овес)	Сидеральный донниковый пар	кукуруза	горох	пшеница
Пшеница	24,6	24,7	25,2	22,1	-	-
Ячмень	-	-	-	28,5	31,6	29,0
Овес	-	-	-	27,1	28,6	
Горох	11,0	10,0	9,0	-	-	9,1
Кукуруза	324,3	242,8	282,8	-	-	241,4

Урожайность яровой пшеницы по разным видам пара и гороха достоверной разницы по урожайности не имели. Урожайность кукурузы существенно выше была по чистому, затем по сидеральному пару. Занятый пар и пшеница как предшественники были равнозначными. Горох также имел явную тенденцию к увеличению урожайности по чистому пару.

Исследования, приведенные на дерново-карбонатной почве в агростепном засушливом ландшафте, примыкающие к Братскому водохранилищу дали несколько иные результаты (табл.18).

Наиболее высокая урожайность яровой пшеницы была получена по чистому кулисному пару с горчицей, а повторные посевы пшеницы снизили ее урожайность почти в 2 раза. Занятый пар (горохо-овес) и кукуруза по сравнению с чистым паром дали существенное снижение урожайности. И только занятый донниковый пар приблизил урожайность пшеницы к чистому пару.

Полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что роль чистых паров возрастает от закрытых лесостепных к открытым остепненным и более засушливым ландшафтам, а эффективность занятых паров, наоборот, понижается. В тоже время в нормальных по увлажнению зонах занятые пары по своей агротехнической эф-

фективности не уступают, а даже превосходят по общему выходу продукции чистые пары.

Таблица 18

Урожайность яровой пшеницы по разным видам паров на дерново-карбонатной почве (среднее за 1977-1979 гг., с-з «Приморский», Нукутский район), ц/га

Предшественники	Урожайность	± к чистому пару, ц/га
Пар чистый	28,1	-
Пар чистый кулисный, (горчица)	32,4	+4,3
Пар занятый (донниковый)	25,3	-2,8
Пар занятый (горохо-овес)	23,1	-5,0
Кукуруза	22,3	-5,8
Пшеница	17,4	-10,7
НСР <sub>05</sub> , ц/га	3,1	

В ряде исследований (Гиль, 1964; Кузнецова, 1968; Зайцев, 2001 и др.) отмечено, что занятые пары, особенно бобовые парозанимающие культуры, оказывают заметное влияние на вторую, высеваемую по ним культуру. Вот такие данные приводит профессор А.И. Кузнецова (1968) (табл.19).

Таблица 19

Влияние различных предшественников на урожайность яровой пшеницы, ц/га (среднее за 1964-1965 гг.)

Предшественники	Урожайность первой пшеницы	Урожайность второй пшеницы
Чистый пар	30,3	19,4
Вико-овсяный пар	26,5	19,6
Донниковый на 1 года	27,4	19,5
Донниковый пар двух лет	27,8	22,5
Клеверный пар	28,3	23,1
Кукуруза	27,5	18,7
Картофель	23,9	18,1
Сидерально-донниковый	28,8	24,5
Пласт клевера 2-го года	29,0	20,5

Первый год по чистому пару урожай яровой пшеницы обычно выше, но при повторном посеве он всегда оказывается большим по парам, занятым бобовой культурой. В сумме за два года по занятым парам получают столько же зерна, а нередко и больше, чем по чистому пару. По выходу же кормовых единиц звенья севооборотов с занятыми парами значительно превосходят звенья с чистым паром. Аналогичные данные получены автором (2003) и А.М. Зайцевым (2001).

#### *4.3.2. Обработка почвы в занятых парах*

А. Г. Белых (1973) обобщая все ранние проведенные исследования дает следующие рекомендации по технологии обработки занятых паров: «...технологии обработки занятых паров должны исходить из следующих основных принципов: первое – своевременно убрать парозанимающую культуру (не позднее 20-25 июля); второе – основную обработку проводить немедленно после уборки культуры. В зависимости от типа почвы и погодных условий проводят вспашку в агрегате с бороной и катком или проводят глубокое безотвальное рыхление, затем, по мере выпадения дождей и отрастания сорняков согласуют последующие приемы ухода за занятым паром. Боронование для уничтожения коней, дискование, культивация или гербициды для уничтожения сорняков и т.д. Но ни в коем случае не считать, что обработка занятого пара завершается после основной обработки. Без последующих приемов поверхностной обработки занятого пара урожай резко снижаются. В условиях Иркутской области на тяжелых почвах и в дождливую погоду, как правило, проводят перепашку пара. Двоение занятого пара дает значительные прибавки урожая (5-10 ц/га) особенно при обработке полей после многолетних трав...».

Следует отметить, что точка зрения разных ученых на отдельные технологические приемы и сроки проведения первой основной обработки в занятых парах нередко менялась и была противоречивой. Так, Н.П. Васильев, бывший зав. отделом степного земледелия Иркутской сельскохозяйственной опытной станции в 1977-1978 годы пишет: «... основные условия высокой эффективности занятого пара заключается в глубокой вспашке, проводимой не позже начала августа после уборки парозанимающих культур (го-

рохо- и вико-овсяных смесей, озимой ржи, клевера, донника), а дальнейшая технология обработки донника должна соответствовать технологии обработки чистого раннего пара, а именно, технологии второго летнего периода парования...».

Позднее, в 1991 году в системе ведения АПК региона на 1991-1995 гг. он рекомендует убирать парозанимающие культуры уже в середине июля, а в качестве основной такой культуры повсеместно рекомендует донник покровного посева, а в зонах лесостепи подтайги с хорошим увлажнением – клевер и горохо-злаковые травосмеси.

Наши исследования, проведенные в закрытой лесостепи на темно-серой лесной почве (опытное поле Иркутского НИИСХ), практически полностью подтвердили ранее сделанные выводы всех предыдущих исследователей (табл.20).

Таблица 20

Влияние сроков основной обработки в занятом горохо-овсяном пару на урожайность яровой пшеницы (среднее за 1993-1995 гг.), ц/га

Сроки проведения первой вспашки в занятых парах	Урожайность	± ц/га к 10-15 июля
10-15 июля	27,6	-
20-25 июля	26,4	-1,2
5-10 августа	24,2	-3,4
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,4	

Достоверная прибавка урожайности яровой пшеницы получена при проведении первой вспашке в июле. При этом разница между обработкой занятого пара в середине и конце июля была несущественной. Проведение первой вспашки в начале августа вело к снижению урожайности пшеницы.

Таким образом, положения о раннем июльском подъеме занятого пара уже не следует подвергать сомнению. Вторым важным вопросом является вопрос о детализации дальнейшей обработки занятого пара. На этот счет углубленных исследований в регионе почти не проводилось. Проведенные впервые нами исследования показали (табл.21), что на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве под яровую пшеницу наиболее эффективна обычная (с двумя

вспашками) или комбинированная (вспашка + плоскорезная обработка) основная обработка занятого пара с двумя-тремя послойными обработками между ними.

Таблица 21

Урожайность яровой пшеницы и кукурузы в зависимости от технологии обработки занятого горохо-овсяного пара (среднее за 1992-1996 гг.), ц/га

Технология обработки занятого пара	Урожайность		± ц/га к контролю	
	пшеница	кукуруза	пшеница	кукуруза
Вспашка на гл. 23-25 см в конце июля + перепашка на гл. 20-22 см в конце августа (контроль)	27,4	364	-	-
Вспашка на гл. 23-25 см в конце июля + плоскорезная обработка на гл. 20-22 см в конце августа	27,6	369	+0,2	+5,0
Вспашка на гл. 23-25 см в конце июля + мелкая послойная культивация до гл. 14-16 см	25,4	340	-2,0	-24
Послойная плоскорезная обработка до гл. 23-25 см	23,8	266	-3,6	-98
Поверхностная обработка дискованием и культиваторами до гл. 10-12 см.	22,3	230	-5,1	-134
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,2	22,4		

При подготовке занятого пара под кукурузу, а также картофель и другие пропашные культуры также, замена вспашки на различные безотвальные обработки ведет к значительному снижению их урожайности.

С увеличением степени минимализации обработки почвы в занятых парах прогрессивно увеличивалась засоренность посевов (особенно пропашных культур), снижалось содержание в почве нитратного азота. На накопление продуктивной влаги к посеву культур технологии обработки заметного влияния не оказывали.

Таким образом, исходя из проведенных в регионе исследований, нами предлагаются производству следующие рекомендации:

1. В закрытых лесостепных и подтаежных ландшафтах занятые пары на своей агротехнической эффективности не уступают чистым ранним парам. В открытой лесостепи и степи, занятые пары менее эффективны, чем чистые. Однако, по суммарному выходу зерна звенья севооборотов с занятыми парами (при условии возделывания в качестве парозанимающих культур бобовых трав) не уступают чистым парам, а по выходу кормов – превосходят их.

2. Оптимальные сроки начала глубокой обработки занятых паров – вторая-третья декады июля.

3. Под зерновые и пропашные культуры наиболее эффективной является комбинированная технология подготовки занятого пара, включающая глубокую вспашку, последующие послойные с углублением рыхления культиваторами и плоскорезами и глубокое рыхление в конце августа. На тяжелых и заплывающих почвах – вторая вспашка (перепашка), но на меньшую глубину, чем первая, что не позволит вывернуть на поверхность нижний, заделанный при первой вспашке засоренный слой почвы.

4. Подбор парозанимающих культур должен обязательно предусматривать июльские сроки их уборки, но не позднее конца июля.

#### **4.4. Обработка почвы в сидеральных парах**

Задача сидеральных паров – выращивание зеленого удобрения и его заделка в пахотный слой почвы для обогащения почвы органическим веществом и азотом, улучшения агрофизических свойств почвы. Часто этот прием называют сидерацией, а растения, выращиваемые на удобрение, сидератами. В качестве сидератов в стране преимущественно возделывают бобовые культуры (люпин, донник, клевер и др.). В некоторых случаях на зеленое удобрение используют небобовые растения (рапс, редька масличная, сурепица, горчица, гречиха и др.). Однако азот в почве накапливается в значительном количестве лишь при выращивании и запашке бобовых растений. Родиной зеленого удобрения считаются страны древней земледельческой культуры – Китай и Индия, которые возделывают сидераты около 3000 лет. В КНР и теперь применяют сидерацию на площади более 10 млн. га. Широко применяется сидерация в стра-

нах с развитым сельским хозяйством в Европе: Германии, Франции, Италии, Испании. В России первые опыты по эффективности сидерации были проведены в конце 19 столетия. В Восточной Сибири исследования по эффективности зеленого удобрения ведутся с 50-х годов XX столетия. В качестве зеленого удобрения в условиях Восточной Сибири можно выращивать: из бобовых – донник, вику, горох, пелюшку, люцерну, клевер, эспарцет, из других семейств – озимую рожь, гречиху, горчицу, редьку масличную, яровой рапс, сурепку и бобово-злаковые травосмеси. Зеленое удобрение можно использовать несколькими способами. При запашке всей зеленой массы сидератов, удобрение называют полной сидерацией, если зеленую массу привозят с другого участка – укосной.

Когда основной урожай зеленой массы идет на корм скоту, а в качестве удобрений используют отросшую отаву и корневые остатки, такой вид сидерации называют комбинированным или отавным. Сидерация – один из самых дешевых и в то же время эффективный прием поддержания плодородия, особенно на удаленных полях и почвах с низким естественным плодородием.

В условиях Иркутской области наиболее изучены и широко применяются сидеральные и отавно-сидеральные донниковые пары (Шевчук, 1979; Хуснидинов, 1975 и др.), а также сидеральные пары с редькой масличной и другими капустными растениями.

Почти все исследователи, изучающие сидеральные пары в регионе едины в том, что сидеральные пары, как с бобовыми, так и с небобовыми культурами по своему влиянию на урожайность культур соответствуют уровню урожайности по занятым парам. Последствие сидерального пара более длительное, чем занятого и чистого и достигает 3-4 лет по показателям водопроходной структуры, содержанию органических вещества и 2 года по урожайности. Кроме того, наибольшую эффективность сидеральные пары обеспечивают в годы и в зонах с достаточным увлажнением, что способствует разложению зеленой массы и накоплению нитратного азота. По сидеральным парам (кроме донника) чаще всего под культуры требуется дополнительное внесение фосфорных и калийных удобрений. Технология обработки в сидеральных парах ничем не отличается от технологии обработки почвы в занятых парах.

Оптимальные сроки заделки сидератов – до конца июля, что было показано выше. Исходя из этого, сидеральная культура долж-

на высеваться в возможно ранние сроки. При полной сидерации необходимо измельчение зеленой массы и ее разбрасывание по полю, поскольку без этого приема плуги забиваются и не заделывают стоячий травостой с надлежащим качеством.

Наши исследования показали, что из всех культур, наиболее подходящей (дешевой, неприхотливой и ценной по химическому составу для окультуривания почв) является донник, для нейтральных, щелочных и слабокислых почв. Для кислых почв, которые донник не переносит, лучшей сидеральной культурой является клевер. Главное отличие клевера и донника от небобовых сидератов в том, что при их заделке в почву поступает до 150 кг/га азота, 40 кг/га фосфора и до 120 кг/га калия (за 2 года). При этом в почву вносится до 200 и более ц/га сухой биомассы, что равнозначно 80 т навоза на гектар.

Слабое внедрение сидеральных клеверных паров, в отличие от донниковых в том, что цены на семена клевера значительно выше и кроме того он более прихотлив к типам почв и увлажнению, плохо перезимовывает и т.д.

Специальными исследованиями, проведенными нами на темно-серой лесной почве установлено, что наиболее точные показатели темпов минерализации или накопления почвенного гумуса под разными культурами можно получить только в длительном полевом опыте с соответствующей монокультурой. После 6 лет исследований в стационарном опыте с монокультурами (1989-1994 гг.) при ежегодной системе отвальной обработки были получены данные, подтверждающие большую роль бобовых культур в накоплении гумуса и, наоборот, отрицательную роль парования (табл.22).

Показатели минерализации и накопления гумуса под ранними культурами в пахотном (0-20 см) слое серых лесных почв Предбайкалья

Сельскохозяйственная культура	Уровень химизации	Ежегодная минерализация (-) и накопление (+)
Чистый пар	без удобрений	-1,45
Кукуруза	без удобрений	-1.20
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	-1.10
Горох	без удобрений	-0,90
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	-0,80
Зерновые	без удобрений	-0,90
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	-0,85
Горохо-овес	без удобрений	-0,80
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	-0,75
Кострец б/о (3 года пользования)	без удобрений	+0,65
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	+0,75
Донник на сидерат (2 года жизни)	без удобрений	+0,85
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	+0,95
Клевер на сидерат (3 года жизни)	без удобрений	+1,40
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	+1,50

Значительный интерес для формирования оптимальных доз органических удобрений и управления воспроизводством органического вещества могут иметь полученные нами экспериментальные данные в вегетационно-полевом опыте по степени разложения разных органических удобрений (табл.23).

За период экспозиции (начало мая – конец сентября) наиболее интенсивно процессы разложения протекали у сидератов. За период вегетации разложилось 68% горохо–овса, 63,8% клевера и 65,6% донника.

Степень разложения торфа с азотом, торфа с азотом и известью, корне-пожнивных остатков зерновых и соломы без азота была значительно ниже и составила 14,2 - 15,6%.

Таблица 23

Степень разложения разных органических удобрений в темно-серой лесной почве за вегетационный период (среднее за 1996-2000 гг.)

Удобрение	Процент разложения
Навоз	17,7
Навоз + N <sub>60</sub>	21,2
Навоз + N <sub>60</sub> + известь	22,6
Торф	8,5
Торф + N <sub>60</sub>	14,2
Торф + N <sub>60</sub> + известь	15,4
Солома	15,6
Солома + N <sub>60</sub>	24,8
Горохо–овес (сидерат)	68,0
Донник (сидерат)	65,6
Клевер (сидерат)	63,8
Корне-пожнивные остатки	14,6

Торф в чистом виде разложился только на 8,5%. Последние агрохимические обследования, проведенные в Иркутской области, свидетельствуют, что площадь низкогумусной пашни к 2006 году достигла 770 тыс. га. Значительно снизилась и численность скота для производства требуемого количества навоза, которого расчетно необходимо вносить 8-10 млн. тонн в год. Все это придает органическим удобрениям растительного происхождения (сидератам) первостепенную роль в повышении плодородия почв.

## ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИИ ОСНОВНОЙ ЛЕТНЕ-ОСЕННЕЙ (ЗЯБЛЕВОЙ) ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

### 5.1. Обоснование необходимости зяблевой обработки почвы

Система основной обработки почвы в севообороте – это совокупность всех приемов основной обработки под конкретные культуры севооборотов. Основная обработка – это наиболее глубокая обработка почвы под культуру, существенно изменяющая физическое состояние и строение пахотного слоя. Основную обработку выполняют почвообрабатывающими орудиями, а в связи с этим и различными приемами с тем или иным принципом (способом) воздействия на обрабатываемый слой почвы.

Если под культуру проводится только один прием, то это не система, не технология, а просто прием (зяблевая вспашка, плоскорезное рыхление и др.), а если в летнее осенний период выполняется 2 и более приемов, то это уже составляет технологию, выполняемую на определенные глубины и в определенной последовательности.

Зяблевой обработкой она названа потому, что почва, вспаханная на зиму «зябнет», «прозябает». Многовековой опыт земледелия показал, что на пашне, вспаханной с осени и «прозябшей» (промерзшей) зимой, получают урожай выше, чем по весновспашке. В условиях Восточной Сибири и многих других регионах России весновспашку применяют как вынужденный прием, когда не успевают провести обработку с осени. Применяемые приемы и технологии зяблевой обработки зависят от почвенно-климатических условий (типа почвы, увлажненности зоны, гранулометрического состава почвы, мощности пахотного слоя, проявления эрозии), а также реакции культур на глубину обработки. Большое влияние на выбор той или иной технологии оказывают предшественники, а в связи с этим сроки и длительность периода обработки, количество и видовой состав сорняков, и другие условия и факторы.

В европейской части страны (Нечерноземная зона) применяют 4 основных варианта технологии зяблевой обработки почвы:

1. Послеуборочное лущение жнивья и зяблевая вспашка.

2. Зяблевая вспашка без предварительного лущения с последующими поверхностными обработками.

3. Послеуборочное лущение жнивья и безотвальное, чизельное рыхление.

4. Мелкое рыхление почвы без вспашки дисковыми, лемешными и другими орудиями.

В Центрально – Черноземной зоне, лесостепной зоне Поволжья, Северном Кавказе, Западной Сибири также применяют несколько технологических вариантов:

1. Ранняя зяблевая вспашка с последующими поверхностными обработками.

2. Дисковое, лемешное лущение и поздняя зяблевая вспашка.

3. Послеуборочное безотвальное глубокое рыхление плоскорезами-глубокорыхлителями, плугами типа параплау, со стойками СибИМЭ и последующие мелкие плоскорезные обработки.

4. Отвальная или безотвальная обработка с поделкой водозадерживающего микрорельефа.

В лесостепных и степных районах подверженных ветровой эрозии применяют:

1. Послеуборочная мелкая плоскорезная обработка и глубокое осеннее рыхление плоскорезами-глубокорыхлителями.

2. Послеуборочное поверхностное рыхление игольчатыми боронами и осеннее глубокое рыхление плоскорезами-глубокорыхлителями.

3. Послеуборочное мелкое плоскорезное 2-3-х кратное рыхление.

На склоновых землях зяблевую обработку сочетают со щелеванием, поделкой водозадерживающих преград (гребней, лунок, ячеек, перемычек и др.) для борьбы с водной эрозией.

В условиях Восточной Сибири и Предбайкалья в зависимости от предшественников зяблевую обработку проводят после однолетних культур сплошного посева (зерновых, однолетних трав, силосных), после пропашных (кукурузы, подсолнечника, картофеля, корнеплодов овощей), после сеяных многолетних трав.

Поля с остатками стеблей (стерни) после уборки зерновых культур называют жнивом, или жнивьем. В структуре использования пашни зерновые в Восточной Сибири занимают от 45 до 60%, поэтому не менее половины всего объема обработки приходится на

зяблевую обработку жнивья. Значительно меньше площади пашни приходится на зяблевую обработку после пропашных и многолетних трав.

После уборки зерновых и других культур на поле остается стерня, остатки соломы, мякина, сорняки, на которых могут продолжать свое развитие насекомые и другие вредители. На поверхности почвы накапливается большое количество осыпавшихся семян сорняков, а поверхность почвы и ее верхний слой служат местом перезимовки злаковых тлей, мух, хлебных пьавиц, спор бурой и линейной ржавчины, куколок, кубышек, личинок и других вредных объектов, которые создают реальную угрозу для будущих посевов. Верхний слой почвы, как правило, уплотняется, а после срезки растений, условия выветривания влаги из почвы улучшаются и она быстро теряет влагу (до 40 т. ежедневно). В тоже время плотная почва плохо поглощает влагу летне-осенних осадков. В результате в уплотненной почве резко ослабляются микробиологические процессы, замедляются процессы минерализации и слабо накапливается нитратный азот.

Все эти негативные явления, связанные с воздействием предшествующего агрофитоценоза, удается устранить технологией зяблевой обработки почвы. Кроме того, важнейшая задача зяби – уменьшение напряженности полевых работ в весенний период, то есть зябь имеет большое организационно-хозяйственное значение, обеспечивая более качественное предпосевную обработку почвы в лучшие и сжатые агротехнические сроки. С помощью зяблевой обработки можно заделать в почву не только растительные остатки, которые являются одним из важнейших источников почвенного гумуса, но и органические, минеральные удобрения, известь, гипс, в результате чего они включаются в круговорот веществ.

## **5.2. Технология зяблевой обработки почвы**

До недавнего времени (до 50-х годов прошлого века), на территории всей Восточной Сибири и других регионах страны пропагандировалась и внедрялась двукратная технология зяблевой обработки, научное обоснование которой дал академик В.Р. Вильямс.

Она состояла из двух приемов – лущения стерни и глубокой вспашки плугом с предплужником.

Лущение рекомендовалось проводить сразу после уборки. Лущение применялось, главным образом, для заделки осыпавшихся семян сорняков на глубину 5-6 см, в целях провокации всходов. Через 12-15 дней, когда семена сорняков прорастут, предлагалось провести глубокую вспашку

Как показали многочисленные и многолетние исследования научных учреждений различных зон страны, такая обработка зяби пригодна только для районов, где послеуборочный период продолжительный и теплый, а семена сорняков успевают прорасти.

В условиях Восточной Сибири, где послеуборочный период более короткий и осенью резко снижаются среднесуточные температуры воздуха (во второй половине сентября ночью наступает такие заморозки, что в лужах замерзает вода), указанная обработка себя не оправдала.

Из-за позднего созревания зерновых не раньше 10-15 августа, их массовая уборка во всех зонах региона проходит в третьей декаде августа и первой декаде сентября. В результате послеуборочный период ограничивается максимально 30-40 днями. Сумма положительных температур за этот период составляет 230-250° (для Московской области эти показатели соответственно 50-60 дней и 430-660°). В Восточной Сибири из-за низких осенних температур семена сорных растений, если даже лущение проведено в августе – не прорастают, или прорастают крайне не в значительном количестве. Кроме того, с оттягиванием сроков зяблевой вспашки, резко снижается урожай последующих культур. В результате, как правило, вспашка, проведенная после предварительного лущения, ведет к снижению урожайности. А.Г. Белых (1975) приводит следующие данные (табл. 24).

Только в Красноярском сельскохозяйственном институте лущение в среднем за четыре года обеспечило прибавку урожая 0,3 ц/га, то есть в пределах ошибки опыта. Н.В. Складнев (1967), автор этих опытов указывает, что лущение положительные результаты дает только на полях, засоренных осотами. Поэтому лущение для измельчения корней многолетних можно проводить непосредственно перед вспашкой.

Влияние лущения жнивья и сроков вспашки зяби  
на урожайность зерновых, ц/га

Место проведения опытов	Культура	Лущение+вспашка через 15-18 дней	Вспашка после уборки	Снижение урожая из-за задержки вспашки зяби
Камалинская ГСС	Овес	15,7	17,9	-2,2
Тулунская ГСС	Пшеница	15,2	16,0	-0,8
Бурятская с.-х. ОС	Овес	13,6	14,3	-0,7
Красноярский СХИ	Пшеница	17,3	17,6	+0,3
Баяндаевское опытное поле	пшеница	15,4	17,0	-1,6

Основательные опыты, в течение 7 лет (1953 -1960) проводил М.Ф. Бычко (1964) в Канской и Тулунской лесостепи на выщелоченном черноземе и темно-серой лесной почве. Он установил, что в среднем за сравниваемые годы урожайность зерна (пшеницы и овса) по ранней зяби составил 16,09 ц/га. Самый низкий урожай получен по поздней зяби – 12,5 ц/га, что на 3,5 ц/га или на 28% меньше, чем на ранней. Послеуборочное лущение стерни с последующей вспашкой зяби обеспечило урожай 15,1 ц/га, что на 0,99 ц/га меньше, чем по ранней зяби, но на 2,6 ц/га или на 20,8% больше чем на поздней зяби.

По его данным в Канской и Тулунской лесостепи основным приемом обработки жнивья под зерновые культуры является зяблевая вспашка плугом с предплужником на 20-22 см и глубже. Но ее эффективность зависит от времени проведения. Чем раньше поднята зябь, тем больше в почве накапливается влаги и легкодоступной пищи для растений, в основном азотной и более полно осуществляется борьба с сорняками.

Вторым важным выводом, к которому пришел М.Ф. Бычко, заключается в том, что послеуборочное лущение стерни с последующей вспашкой зяби по своей эффективности несколько уступает ранней зяби, но значительно превосходит позднюю зябь и поверхностную обработку почвы по методу Т.С. Мальцева. Его нужно применять тогда, когда хозяйство не может проводить вспашку зяби вслед за уборкой, с целью ослабления отрицательных последствий поздней зяби.

Третьим выводом данного автора является вывод о том, что эффективность поверхностной обработки жнивья дисковым лущильником различна в зависимости от того, с какой зябью ее сравнивают – ранней или поздней. Поверхностная обработка почвы, проведенная вслед за уборкой, обеспечивает ниже урожай, чем ранняя, но выше чем поздняя зябь. В годы с засушливой осенью и весной урожай по поверхностной обработке почвы выше, чем по зяби, поднятой вслед за уборкой. В такие годы более эффективной оказывается поверхностная обработка жнивья весной, но ее следует применять на чистых от сорняков полях.

В.А. Шелковников (1963 – 1966 гг.) изучал влияние различных предшественников и приемов осенней вспашки плугами с предплужниками на глубину 28-30 см, безотвальными плугами на ту же глубину и дисковой обработкой (БДТ – 2,2) на 12-18 см на урожайность пшеницы, содержание подвижного фосфора и нитратного азота. Он пришел к выводу, что урожайность пшеницы имеет различия по приемам обработки выщелоченного чернозема по предшественникам и по годам в такой же зависимости, как и содержание в почве доступного фосфора, нитратного азота и продуктивной влаги.

В засушливые годы пшеница по всем предшественникам больший урожай даст по безотвальной обработке зяби, затем по дискованию, а наименьший – по вспашке по всем параметрам (нитратам, влаги, фосфору, засоренности). В результате он считает, что в засушливые годы следует применять безотвальную обработку зяби плугами без отвалов.

А.Л. Минаева (1964) в 1955 – 1957 гг. проводила исследования по сравнительному изучению на темно-серых лесных почвах из-под пшеницы трех приемов зяблевой обработки:

1. Контроль (обычная вспашка на гл. 20-22 см)

2. Глубокое безотвальное рыхление (рыхлителями ГР – 2,7 и плугом ЦП – 5-35 со снятыми отвалами на гл. 30-35 см)

3. Мелкая обработка дисковым лушильником на гл. 10-12 см.

Она пришла к выводу, что глубокое осеннее рыхление зяби ежегодно мало эффективно, его нужно применять через 2-3 года в чистых парах летом, а под зерновые применять обычную вспашку. На почвах с тяжелым механическим составом замена обычной вспашки дискованием на 10-12 см не обеспечивает под посевами пшеницы нормального пищевого режима, накопления влаги и борьбы с сорняками.

В 1972 – 1975 гг. исследования на выщелоченных черноземах в лесостепной зоне проводил В.Н. Романов (Романов, 1984), который изучал вспашку на 25-27 см, плоскорезное рыхление на 12-15 см, фрезерование на 8-10 см, дискование на 8-10 см. Обработки проводились осенью под однолетние травы (горохо-овес), кукурузу и пшеницу.

В результате он сделал следующие выводы:

- плоскорезное рыхление, дискование и фрезерование в годы с нормальным или повышенным увлажнением не снижают урожайности зерновых культур, а в годы с недостаточным количеством осадков повышают ее в сравнении с вспашкой;

- минимализация зяблевой обработки почвы непосредственно под кукурузу снижает урожайность зеленой массы на 15-40%;

- применение мелких обработок вместо вспашки в начале вегетации культур, в первый год, ведет к увеличению количества сорняков в 2-5 раз. В последующие годы засоренность по дискованию, плоскорезному рыхлению и на варианте без осенней обработки почвы не отличается от ежегодной вспашки. Замена вспашки в течение трех лет мелкими обработками усиливает корневищно-малолетний тип засоренности, а вследствие избирательного действия гербицидов против двудольных сорняков, увеличивает засоренность яровыми поздними злаковыми сорняками;

- на черноземах выщелоченных в лесостепи Приангарья вспашку целесообразно проводить под пропашные культуры, а также на полях, засоренных пыреем и щетинниками;

- в годы с достаточным количеством осадков при сильной иссушенности почвы, для уменьшения засухи и дефляции следует заменить зяблевую вспашку в октябрьские сроки на плоскорезное

рыхление, сохраняющее на поверхности стерню. Вспашка в большей степени способствует накоплению N-NO<sub>3</sub> (на 35-50 кг/га). Усвоение зимней влаги (и накопление снега) по мелким обработкам с сохранением стерни в 1,5-2 раза выше, чем по вспашке, что дает к посеву дополнительные 7-14 мм продуктивной влаги;

- по экономическим показателям наиболее эффективна комбинированная система обработки с вспашкой под пропашные и минимальной обработкой под зерновые.

Работа В.Н. Романова была одной из первых, где проводились комплексные исследования разных систем основной обработки почвы в севооборотах (в зернопропашном: кукуруза – пшеница – овес и плодосменном: однолетние травы – пшеница – кукуруза – пшеница). Впервые было показано, что одно из основных направлений и исследований по системам обработки заключается в поиске наиболее оптимальных сочетаний (комбинаций) разных приемов обработки в севооборотах.

Следующий период исследований по сравнительному изучению систем основной обработки почвы (1980 – 1984 гг.) в зернопропашном севообороте (пар чистый – пшеница – ячмень – кукуруза – пшеница) и плодосменном (кукуруза – пшеница – однолетние травы – пшеница) включал работы автора (Солодун, 1986) и Г.О. Такаландзе (1991), которые также обосновали необходимость сочетания и чередования глубоких и мелких, отвальных и безотвальных приемов в севооборотах с учетом типов почв и степени засушливости или увлажнения агроландшафтов.

### *5.2.1. Плотность и структурно-агрегатный состав почв*

Плотность – важное физическое свойство почвы, определяющее ее пористость, соотношение водной и воздушной фаз, условия снабжения растений почвенной влагой, растворенными в ней питательными веществами, условия снабжения растений почвенной влагой и воздухом.

По И.Б. Ревуту (1968) плотность оказывает непосредственное влияние на рост и продуктивность растений, поэтому ее можно рассматривать как элемент плодородия почвы.

Разные растения неодинаково реагируют на сложение почвы. Установлено, что каждой культуре для формирования максималь-

ной продуктивности свойственна своя оптимальная плотность, а для разных почв своя равновесная плотность. Равновесная и оптимальная плотность зависит, прежде всего, от гранулометрического состава почв и содержания в почве органического вещества. Равновесная плотность – это плотность, до которой почва способна уплотниться под влиянием сил тяжести, увлажнения, высыхания и других факторов. Оптимальная и равновесная плотность не всегда совпадают, а их сопоставление указывает на то, что с целью создания благоприятных условий для корневых систем растений почву в одних случаях нужно рыхлить, в других – уплотнять. В связи с этим, знание параметров плотности почвы является одной из теоретических основ для построения оптимальной системы или выбора отдельного приема обработки почвы под ту или иную культуру и на легкой или тяжелой почве.

Как свидетельствуют многолетние данные (Качинский, 1965; Ревут, 1972; Роктанэн, 1956; Долгов, 1968; Смородин, 1969; Шевлягин, 1963; Пупонин, 1978; Рабочев, 1980 и др.) наименьшая плотность почв у торфяных, болотных почв, черноземов, а наибольшая у глинистых и песчаных почв.

По данным В.И. Слесарева (1979), Шевлягина (1961) наивысшие урожаи зерновых на черноземах Западной Сибири обеспечивались при плотности пахотного слоя  $1,1 - 1,2 \text{ г/см}^3$ .

В других опытах (Кузнецов, Вилесов, 1968; Орлова, 1978) дается оптимум  $1,0 - 1,1 \text{ г/см}^3$  и даже  $1,2 - 1,3 \text{ г/см}^3$ . Специальными исследованиями В.И. Слесарева (1984) установлен оптимальный диапазон плотности этих почв для зерновых –  $1,0 - 1,2 \text{ г/см}^3$ .

По данным Г.С. Смородина (1969), П.К. Иванова (1971), А.М. Ситникова (1981) и др. на черноземных почвах вспашка обеспечивает значительно большую скважность, чем плоскорезное рыхление при одинаковой глубине обработки.

По данным П.П. Колмакова и А.И. Нестеренко (1981), черноземы во многих случаях содержатся в состоянии завышенной аэрации, из-за чего снижается их плодородие и урожайность культур.

Параметры фактической (равновесной) плотности выщелоченных черноземов Красноярского края (Бекетов, Берзин, Таскина, 1975) колеблются от  $0,82$  до  $1,1 \text{ г/см}^3$ . При этом оптимальной объемной массы  $1,1 - 1,2 \text{ г/см}^3$  не достигается под зерновыми, пропашными и однолетними травами. И только на люцерне, клевере, дон-

нике и травосмесям она приближается к оптимальной, а посевы первой и второй пшеницы по ним нуждаются в уплотнении.

В Алтайском крае (Колезова, 1975; Рассыпнов, 1975) обыкновенные черноземы имеют диапазоны фактической плотности пахотного слоя от 1,1 до 1,2 – 1,3 г/см<sup>3</sup> в зависимости от предшественников и высеваемых культур.

В Иркутской области специальными исследованиями С.С. Дроговоза (1976) установлено, что сложение черноземов очень рыхлое, а их плотность даже в слое почвы 20-30 см не превышает 1,20 г/см<sup>3</sup>. По его данным, при обработке чистых паров на выщелоченных черноземах оптимальная плотность достигается при одной вспашке или обработки пара плоскорезами. При этом оптимальная плотность всего пахотного слоя находится в пределах 1,20 г/см<sup>3</sup> для зерновых и кукурузы, а для отдельных прослоек: 0-10 см – 1,10; 10-20 – 1,20; 20-30 см – 1,30 г/см<sup>3</sup>.

Оценка плотности почвы в связи с ее обработкой проводилась нами как на выщелоченных черноземах, так и на темно-серых лесных почвах. Данные, полученные на выщелоченном черноземе, показали, что плотность выщелоченного чернозема в зависимости от приемов обработки в разные годы под культурами колеблется от 0,80 г/см<sup>3</sup> в слое 0-10 см до 1,4 г/см<sup>3</sup> в слое 20-30 см.

Плотность под необработанной стерней (до первой обработки чистого раннего пара) в пахотном слое 0-30 см составляла 1,20-1,22 г/см<sup>3</sup>. Очевидно, эта величина может соответствовать равновесной, поскольку почва не подвергалась обработке в течении 8 месяцев. По слоям она колебалась: в слое 0-10 см – 1,07–1,15 г/см<sup>3</sup>; 10-20 – 1,20-1,22 г/см<sup>3</sup>; 20-30 см – 1,20-1,26 г/см<sup>3</sup>. После первой глубокой обработки (пара или зяби) больше всего почва разуплотнялась после вспашки.

Проявлялась четкая закономерность: чем интенсивнее обработка, тем выше разуплотнение и наоборот. Плотность темно-серых лесных почв выше, чем выщелоченных черноземов на 0,7-0,09 г/см<sup>3</sup>. Общая порозность верхнего слоя (0-10 см) выщелоченного чернозема составляла после отвалных обработок составляла 65-66%, а темно-серой лесной 55-58%

Сравнительные показатели плотности пахотного слоя выщелоченного чернозема и темно-серой лесной почвы в зависимости от приемов осенней обработки (табл.25) показали, что темно-серые

лесные почвы отличаются большей плотности и меньшей скважностью.

По данным А.М. Ситникова (1979), вспаханная почва больше уплотняется за осенне-зимний период. При безотвальной обработке наоборот, больше уплотнение летом под растениями.

В наших опытах после отвальной обработки за осенне-зимний период явно выраженное уплотнение отмечалось только по чистому пару. Под культурами севооборотов, наоборот, происходило разуплотнение почвы. В целом, независимо от применяемых приемов на обоих типах почв плотность была близкой к оптимальной для всего пахотного слоя.

Таблица 25

Сложение пахотного слоя (0-30 см) под пшеницей по однолетним травам в зависимости от приемов обработки зяби (среднее после посева и после уборки)

Осенняя обработка почвы (5-10 IX)	Тип почвы			
	чернозем выщелоченный (ср 1981-1958 гг.)		темно-серая лесная (ср. 1989-1993 гг.)	
	плотность, г/см <sup>3</sup>	общая скважность, %	плотность, г/см <sup>3</sup>	общая скважность, %
Вспашка на гл. 22 см	1,07	59,6	1,13	56,9
Плоскорезное рыхление на гл. 20-22 см	1,09	58,9	1,14	56,5
Плоскорезное рыхление на гл. 16-18 см	1,12	57,7	1,16	55,8
Культивация на гл. 8-10 см	1,14	57,0	1,17	55,4
Дискование на гл. 8-10 см	1,15	56,6	1,21	53,5
Без основной обработки	1,16	56,2	1,23	52,0

На выщелоченном черноземе и темно-серой лесной почве разные приемы обработки зяби на структуру почвы и ее водопрочность существенного влияния не оказывали, а по состоянию комковатости, с размерами фракций больше 1 мм почвы отличались довольно высокой ветровой устойчивостью.

### *5.2.2. Запасы продуктивной влаги в почве*

По общему количеству выпадающих за год осадков Прибайкалье не относится к числу территорий недостаточного увлажнения, но характер распределения осадков по месяцам и временам года не особенно благоприятны для земледелия, поэтому регион может считаться зоной неустойчивого увлажнения.

Анализ литературы по вопросу истории изучения почвенной влаги показывали довольно основательную изученность водного режима почв Восточной Сибири и Предбайкалья, особенно при их сельскохозяйственном использовании. Общие особенности водного режима почв освещены в работах И.В. Николаева (1949), О.В. Макеева (1959), Б.В. Надеждина (1961), Е.И. Бузулуковой (1957, 1962), О.П. Ильинского (1970), В.Ф. Масалова (1966, 1977) и др.

Коротко их можно свести к следующим обобщениям:

- режим влажности серых лесных почв и выщелоченных черноземов имеет характер непромывного типа, но в отличие от непромывного аналога типа водного режима европейской части страны в их профиле отсутствует «импермацидный» горизонт, то есть слой почвы с влажностью близкой к влажности завядания (ВЗ), а наложенные криогенные процессы (наличие длительной сезонной мерзлоты) обуславливают формирование надзмезерзлотной верховодки, за счет которой засушливую половину вегетационного периода осуществляется влагоснабжение растений. Поэтому в регионе не наблюдается катастрофических засух;

- профиль влажности исследуемых почв по характеру увлажнения и динамике почвенной влаги может быть разделен примерно на три горизонта.

Первый - горизонт частого промачивания и наибольшего иссушения характеризуется наиболее широким диапазоном изменения влажности – от величины, превышающий наименьшую влагоем-

кость (НВ) до ВЗ (от од 1 до 120% влагообеспеченности). Мощность этого горизонта колеблется до 50-60 см (редко до 100 см).

Второй – горизонт периодического промачивания и умеренного иссушения распространяется до 120-130 см. запасы влаги в этом слое по доступности находятся в интервале от 80% НВ до НВ.

Третий горизонт – горизонт высокого постоянного увлажнения. Он простирается до конца профиля. Его влажность редко опускается ниже 90,5 от НВ и чаще колеблется около НВ;

- активный влагооборот в исследуемых почвах за вегетационный период охватывает примерно метровый слой почвы;

- ход изменения запасов влаги в течении теплого периода во всех районах увлажнения одинаковый. Максимальные запасы влаги наблюдаются весной (в мае). В июне обычно выпадает мало осадков, особенно в первой декаде, что вызывает резкое сокращение запасов влаги в почве. Июль в среднем многолетнем разрезе характеризуется обильными осадками, но из-за интенсивного расходования влаги на транспирацию и испарение содержание влаги в почве в июле продолжает уменьшаться, достигая в середине месяца наименьших значений (70-120 мм) в метровом слое почвы.

Осадки августа и сентября несколько снижают дефицит влаги в почве и перед уходом в зиму в среднем в слое 0-100 см содержание доступной влаги колеблется от 40-180 мм.

Нельзя не отметить, что если динамика влагозапасов в почве за весенне-летний период изучено достаточно хорошо, то по вопросу о роли и значении зимних осадков в Предбайкалье до наших исследований не было единого мнения.

Так, М.Ф. Бычко (1962) считал, что вспашка эффективна в накоплении влаги только при снегозадержании. В.Ф. Масалов (1968) утверждает, что зимняя влага практически не усваивается, поскольку ее значительная часть испаряется весной, а остальная стекает в понижения и вымораживается. По данным В.М. Архипкина (1975) М.В. Путко и Е.К. Пантелеевой (1973), зимние осадки и высота снега накладывает существенный отпечаток на весенние влагозапасы. По данным Л.Л. Калеп (1989), в лесостепной зоне снегозадержание, как агротехнический прием повышает влагозапасы в метровом слое почвы на 30-35 мм. Из наших данных (табл.26), следует, что осенняя вспашка (10-20 сентября) независимо от того изпод какой культуры и под какую она проводилась, осенне-зимне-

весенний период характеризуется значительными потерями влаги, как в пахотном, так и в метровом слое выщелоченного чернозема.

Таблица 26

Изменение запасов продуктивной влаги за осенне-зимне-весенний период при разных приемах основной обработки выщелоченного чернозема в зернопаропропашном севообороте, мм

Приемы весенней обработки	Перед уходом в зиму, ср. 1981-1983 гг.		Перед посевом, ср. 1982-1984 гг.	
	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см
	Пшеница по пару		Ячмень	
Вспашка на гл. 20-22 см	32	118	24	80
Плоскорезное рыхление на гл.20-22 см	33	120	34	101
Без осенней обработки	35	119	52	135
	Ячмень		Кукуруза	
Вспашка на гл. 23-25 см	37	114	23	78
Плоскорезное рыхление на гл.23-23 см	38	119	30	104
Вспашка на гл. 23-25 см	36	121	24	83
	Кукуруза		Пшеница	
Вспашка на гл. 20-22 см	30	113	25	107
Плоскорезное рыхление на гл.20-22 см	32	126	34	117
Плоскорезное рыхление на гл.16-18 см	31	110	35	119
	Пшеница		Пар	
Без осенней обработки:				
Под отвальную обработку пара	35	119	54	136
Под плоскорезную	36	120	56	137
Под комбинированную	34	117	55	135

В среднем под культурами в пахотном слое к моменту посева влагозапасы снижались на 5-14 мм, а в метровом слое на 30-60 мм, или 30-40%. Полученные нами данные приближаются к показате-

лям, полученным В.Ф. Масаловым (1973), согласно которым, в малоснежные зимы вспаханные на зябь поля могут терять до 50% осенних влагозапасов за счет «морозного выветривания». Особенно значительные потери идут на невыровненной, поздней и глыбистой зяби. На морозное выветривание, как характерную особенность климата региона, указывал и Н.П. Ладейщиков (1949). В наших опытах, очевидно, этот фактор и явился основной причиной столь значительных потерь.

Однако на вариантах с плоскорезной и нулевой обработкой влагозапасы за этот период или снизились незначительно, или существенно пополнились.

Причем к весне влаги больше накапливалось и сохранялось там, где стерня сохранялась полностью: на вариантах под прямой посев ячменя и под ранний пар.

Замеры высоты и плотности снежного покрова показали, что именно на этих вариантах снега накапливалось в 1,5 – 2 раза больше, что и определяло увеличение весенних влагозапасов (табл. 27).

Таблица 27

Накопление снега в зависимости от приемов осенней обработки почвы (ср. за 1981-1984 гг.)

Обработка почвы	Плотность снега, г/см <sup>3</sup>	Высота снежного покрова, см	Запасы воды в снеге, т/га
Вспашка на гл. 20-22 см	0,22	9,1	200
Плоскорезная обработка на гл. 20-22 см	0,23	17,5	400
Нулевая обработка	0,24	20,3	487

На темно-серой лесной почве в пахотном слое потерь влаги не отмечалось, и они сохранялись на уровне осенних запасов. В

метровом же слое по вспашке они уменьшались на значительно меньшую величину - 10,0-10,5% (табл. 28).

Таблица 28

Изменение запасов продуктивной влаги за осенне-зимне-весенний период при разных приемах обработки темно-серой лесной почвы в зернопаровом севообороте, мм.

Приемы осенней обработки	Перед уходом в зиму, ср. 1989-1991 гг.		Перед посевом, ср. 1990-1992 гг.	
	0-30 см	0-10 см	0-30 см	0-10 см
	Пшеница		Горох	
Вспашка на гл. 20-22 см	29	161	28	144
Рыхление на гл. 20-22 см	33	168	35	171
Рыхление на гл. 16-18 см	31	171	33	171
Дискование на гл. 8-10 см	28	159	34	150
	Ячмень		Овес	
Вспашка на гл. 20-22 см	31	150	27	135
Рыхление на гл. 20-22 см	36	161	34	170
Рыхление на гл. 16-18 см	35	156	37	166
Дискование на гл. 8-10 см	30	165	30	150

Очевидно, что столь значительная разница в динамике осенне-зимне-весенних влагозапасов связана с разным физическим сложением этих почв. Более высокая скважность и низкая плотность выщелоченного чернозема способствует потерям влаги. Во все годы ежегодная плоскорезная обработка в севооборотах и комбинированная (сочетание приемов безотвальной и нулевой обработки под зерновые с вспашкой под листовые культуры) на всех типах почвы имеют преимущество (на 20-30 мм) перед ежегодной вспашкой.

При этом главным фактором, оказывающим влияние на накопление запасов влаги в осенне-зимне-весенний период, является стерня, сохраняемая после осенних плоскорезных и нулевых обработок. Дисковая обработка значительно менее эффективна, так как стерня сохраняется только в виде мульчи, на которой снега накапливается значительно меньше.

Еще больше снега накапливается при наличии кулис из подсолнечника, кукурузы или горчицы сизой. Полевые опыты, прове-

денные нами в засушливой степной зоне (совхоз «Приморский») в 1977-1978 гг. показали, что высота снежного покрова в межкулисном пространстве на парах достигла 40 см и более, а запасы влаги в снеге доходили до 1000 т/га. В результате на такие поля было невозможно въехать для проведения полевых работ до третьей декады мая. Эти данные свидетельствуют о том, что в условиях Предбайкалья реальное практическое значение для пополнения влагозапасов имеет не механическое, а кулисное и стерневое снегозадержание.

Усвоение влаги твердых осадков в весенний период зависит от водопроницаемости пахотного слоя. Определение водопроницаемости разных типов почв перед посевом методом малых заливаемых квадратов показало, что водопроницаемость выщелоченного чернозема по шкале Н.А. Качинского (1958) за первый час по вспашке, плоскорезной и нулевой обработке была хорошей. За третий час по шкале М.И. Фишмана (1973) она была высокой по всем вариантам опыта (табл. 29).

Таблица 29

Водопроницаемость почв в зависимости от приемов их основной обработки, мм/час

Приемы обработки почвы	Экспозиция, часы						Всего за 6 часов
	1	2	3	4	5	6	
<i>Чернозем выщелоченный (ср. за 1981-1983 гг.)</i>							
Вспашка на гл. 20-22 см	96,4	78	76,1	75,0	74,0	74,0	473,5
Плоскорезное рыхление на гл. 20-22 см	98,1	79,6	76,4	75,0	76,0	75,0	480,0
Без основной обработки	74,1	62,0	60,0	58,1	59,2	55,6	369
<i>Темно-серая лесная почва</i>							
Вспашка на гл. 20-22 см	53,1	40,4	40,0	35,4	33,0	32,4	234,3
Плоскорезное рыхление на гл. 20-22 см	55,4	41,0	40,0	33,4	30,2	28,6	220,6
Дискование на гл. 8-10 см	40,4	35,1	32,6	30,5	28,1	25,0	191,9

Примечание: водопроницаемость по Качинскому за 1 час: 100-500 мм наилучшая, 70-100 мм – хорошая, 30-70 мм – удовлетворительная, <30 мм – неудовлетворительная. По Фишману за 3 часа: 50 мм – высокая, 25-50 мм – средняя, <25 мм – слабая.

Водопроницаемость темно-серой лесной почвы по Качинскому за первый час была удовлетворительной по всем вариантам обработки, за третий час по Фишману – средняя по всем вариантам.

Таким образом, независимо от приемов основной обработки, водопроницаемость исследуемых почв не является фактором, сдерживающим усвоение влаги твердых осадков.

Положительно оценивая сохранения стерни и чередование приемов обработки под культурами, нельзя не отметить, что после засушливых лет чистый пар являлся лучшим накопителем влаги и хотя за счет полного сохранения стерни на необработанных с осени полях удастся накопить до 60 мм влаги к посеву, тем не менее, достичь уровня влаги в паровом поле не удастся. После засушливых лет по эффективности в накоплении влаги не уступает, а иногда превосходит его ранняя зябь после кукурузы.

Однако здесь необходимо отметить, что чистый пар, как накопитель эффективен только под первую культуру севооборотов, а под остальные культуры основную роль в накоплении доступной влаги играет стерня и ранняя зябь. В совокупности – применение чистого пара, плоскорезной и нулевой обработки, а также на их сочетание с вспашкой, позволяет улучшить влагообеспеченность всех культур севооборотов.

Нами также были проведены исследования по выявлению влияния приема щелевания на усвоение влаги твердых осадков. Однако результаты опытов не позволили выявить его эффективность, а в связи с этим и целесообразность щелевания как на равнине, так и на склоновых землях региона. Во многом это связано с тем, что в условиях Предбайкалья почти никогда на полях не наблюдается бурного таяния снега и последующего его стока. Снег весной днем подтаивает, ночью влага в условиях низких температур вымораживается. Даже если допустить что снег тает быстро, вода не поступит в промерзшую ниже 5-10 см почву и все равно, либо вымерзнет, либо испарится. Главная функция более мощного слоя снега на стерневых фонах (и на кулисных) не только и не столько в том, что он является носителем влаги, а в том, что снег служит своеобразным мульчирующим слоем, предохраняющим почву от потерь влаги в зимне-весенний период. Кроме того, физическая спелость почвы на стерневых фонах на 7-8 дней наступает позже, поэтому при визуальном сравнении на отвальных и стерневых фо-

нах (путем небольшой прикопки или бороздки) всегда отличается более высокая увлажненность верхней части пахотного слоя под стерней.

Опыт посева по стерне СХЗАО «Белореченское» почвообрабатывающее-посевными комплексами «Джон-Дир», «Конкорд», «Кузбасс» показал, что из-за более позднего наступления на 1,5 – 2 недели физической спелости почвы, сроки посева зерновых культур приходится сдвигать на третью декаду мая, что агротехнически неприемлемо, так как вся массовая посевная компания может уйти на начало июня.

Поэтому адаптивные для США и Канады посевные комплексы следует использовать весьма осторожно, а с учетом складывающихся условий ограничивать их массовое применение. Кроме того, не следует даже при хорошей обеспеченности этими агрегатами оставлять большую часть стерневых фонов с надеждой их засеивания весной только этими комплексами.

На основании проведенных исследований по водному режиму в связи с их обработкой и другими агроприемами нами выявлены следующие основные положения:

1. В условиях Предбайкалья активному (в разной степени) влагообороту подвержены все части почвенного профиля. Наиболее заметные процессы иссушения и промачивания почв происходят в слое 0-60 см.

2. Наличие криогенных процессов (промерзание) в почвах региона приводит к постепенному оттаиванию их сверху и вовлечение влаги в пахотный слой, что обеспечивает надежную влагообеспеченность растений в первый засушливый период вегетации и исключает проявление катастрофических засух. Однако если почву в такой период подвергнуть весновспашке, то это приведет к утрате этого источника влаги.

3. Динамика влаги в почвенном профиле (и в обрабатываемом слое) характеризуется максимумом в мае (после схода снега и начала оттаивания почвы), минимумом в середине июля и накоплением (близким к весеннему максимуму или больше в парах и ниже после культур) к предзимнему периоду. Накопление влаги к предзимнему периоду зависит от возделываемых культур, предшественников и приемов механической обработки почвы.

4. По накоплению запасов продуктивной влаги обрабатываемые поля в убывающем порядке располагаются в следующий ряд: чистый пар -> занятый пар и кукуруза -> ранняя зябь -> средняя зябь -> поздняя зябь -> весновспашка. Эта закономерность сохранится независимо от того, проводится обработка почвы отвальным или безотвальным приемами.

5. Отвальные приемы осенней обработки выщелоченного чернозем, особенно в средние и поздние сроки (вторая половина сентября – октябрь) способствует потерям 30-40% влаги от осенних влагозапасов метрового слоя почвы. Более плотные и менее пористые серые лесные и дерново-карбонатные почвы, накопленные к осени влагозапасы за осенне-зимне-весенний период теряют незначительно даже при поздних сроках обработки. Снег на отвальных фонах агротехнического значения не имеет.

6. Стерня и другие мульчирующие остатки увеличивают мощность снежного покрова и запасы воды в нем в 2-3 раза, а кулисы в 5-6 раз и более. Однако, являясь мощным носителем влаги твердые осадки тало-мерзлой почвой усваиваются слабо (не более 20-30 мм). Большая часть снеговой воды теряется из-за вымораживания, выветривания (в том числе и самого снега) и испарения. Щелевание не играет существенной агротехнической роли (даже на склонах), так как процессы стока талых вод в регионе в целом не выражены.

7. Главная функция снежного покрова при его достаточной мощности не стерневых (и кулисных) фонах сводится к задержке наступления физической спелости почвы на 1-2 недели. Это приводит к затягиванию сроков весеннего сева, а также исключает необходимость традиционного для отвальной зяби применения приема ранневесеннего боронования игольчатыми боронами («закрытия влаги»).

8. Влагообеспеченность всех культур полевых севооборотов в нормальном режиме может быть достигнута только при правильной взаимоувязке проектируемых севооборотов с системой обработки почвы. Севообороты в условиях региона, особенно в засушливых ландшафтах следует проектировать с такими культурами, которые наряду с чистым паром обеспечивают возможность получения ранней зяби. В севооборотах следует сочетать и чередовать безотвальные и минимальные (вплоть до нулевых под посев почвообрабаты-

вающе-посевными агрегатами под зерновые в зернопаровых севооборотах под вторую культуру после пара и комбинированные в зернопропашных, зернотравяных, плодосменных с минимальной обработкой под зерновые и вспашкой под листовые кормовые культуры) обработки почвы.

### *5.2.3. Засоренность почвы и посевов*

Сорняки наносят огромный ущерб сельскохозяйственному производству. По самым скромным подсчетам, вследствие засоренности полей сорными растениями и условиях Сибири теряется 300-350 млн. пудов зерна (Милащенко, 1978) На полях Сибири насчитывается около 300 видов сорняков, 100 из которых редкие и случайные, а остальные в той или иной мере имеют распространение (Плотников, Левченко, 1965; Милащенко, 1978).

По многочисленным данным минимализация обработки почвы приводит к увеличению засоренности посевов и почвы в 1.5-3 раза, изменению характера распределения семян сорных растений в пахотном слое (их накоплению в верхнем десятисантиметровом слое), а видовой состав изменяется в сторону увеличения доли многолетников (Бохиев, 1975; Белых, 1977; Милащенко, 1980; Ситников, 1983; Макаров, 1985; Ионин, 1987; Таскаева, 1988; Холмов, 1990 и др.). С.А. Котт (1959) отмечал, что одним из новых способов борьбы с засоренностью почвы является периодически проводимая раз в 3-5 лет глубокая вспашка. А.Н.Власенко (1994) считает, что наилучшая оборачиваемость почвы и глубокая заделка сорняков достигаются при обработке плугами с предплужниками. Причем как разовый прием в «аварийных» ситуациях она просто необходима, если не применяются другие агротехнические или химические меры.

Опыт советского земледелия, основанный на рекомендациях В.Р.Вильямса, убедительно свидетельствует также о том, что лучшим агротехническим приемом в борьбе с сорняками является культурная вспашка плугами с предплужниками. Изучение закономерностей изменения степени засоренности и видового состава сорняков в севооборотах указывает на то, что при замене отвальной обработки на безотвальную происходит накопление семян сор-

няков в верхних слоях почвы, причем специфических видов однолетников- щетинников, гречишек, вьюнков, жабрея.

Многие исследователи полагают, что это является одним из главных недостатков минимальных обработок и предлагают чередовать и сочетать их со вспашкой. Другие, наоборот, считают, что сосредоточение семян сорняков в верхнем слое почвы является положительным моментом, так как прорастающие из верхнего слоя в большом количестве сорняки затем легче уничтожить предпосевной обработкой и гербицидами, а для нижних частей пахотного слоя создаются лучшие условия для «самоочищения».

Как показали исследования ученых Западной Сибири и Северного Казахстана, там действительно удается добиться существенного снижения засоренности посевов, но не столько механическими, сколько химическими обработками и их сочетанием. Однако в условиях данных регионов более продолжительный период с момента схода снега до посева культур и есть возможность до посева спровоцировать и уничтожить часть сорняков.

В условиях Прибайкалья физическая спелость почвы наступает значительно позже и хозяйства приступают к посеву, когда сорняки еще не дают массовых всходов, а к моменту проведения химической прополки они успевают сформировать мощную вегетативную массу, что повышает их устойчивость к гербицидам.

Почти все исследователи, изучающие минимальные приемы обработки в регионе, возлагали на них большие надежды, полагая, что они позволят лучше бороться с сорняками, чем вспашка.

Но результаты этих исследований не дали желаемых результатов, и многие исследователи отмечали слабую эффективность плоскорезных и других безотвальных приемов обработки в борьбе с сорняками, хотя по ряду других параметров минимальная обработка имела преимущество перед вспашкой. В связи с этим задача дальнейшего совершенствования и оптимизации приемов и систем обработки почвы в севооборотах для зоны региона в целом имеет большое теоретическое и практическое значение.

По засоренности почвы в условиях региона на старопахотных землях создан огромный запас семян сорняков до 500-600 млн. штук в пахотном слое на одном гектаре, С.Е. Дроговоз (1970). По наблюдениям А.Г.Белых, Ю.А. Доманского и В.А. Шелковникова (1974) одной из основных причин высокого потенциального запаса

семян сорняков при ежегодной вспашке являются ранние сроки посева и поздняя уборка урожая, когда семена сорняков уже осыпаются. По данным А.Г. Белых (1970) на землях с высокой засоренностью результаты борьбы с сорняками определяются не только способом обработки (отвальная, безотвальная, культивация или лущение, боронование или прикатывание) но и сроками, и продолжительностью механической обработки почвы. С увеличением времени и интенсивности обработки, например, паровой, наблюдается наиболее эффективное снижение потенциальной засоренности.

При рассмотрении изменения потенциальной засоренности под культурами зернопарового звена севооборота выяснилось, что разные системы обработки оказывают существенное влияние на степень засоренности почвы (табл. 30).

Таблица 30

Засоренность выщелоченного чернозема семенами сорняков под культурами зернопарового звена севооборота в зависимости от системы основной обработки почвы, млн.шт/га

Система обработки почвы	Слой почвы, см	В конце парования, 1982 г.	Перед уборкой пшеницы, 1983 г.	Перед уборкой ячменя, 1984 г.	Снижение (-), увеличение (+) засоренности почвы за 3 года	
					млн. шт/га	%
Ежегодная вспашка	0-10	359	385	390	+31	+8,6
	10-20	438	446	450	+12	+2,7
	20-30	461	470	475	+14	+3,0
	0-30	419	434	438	+19	+4,7
Ежегодная плоскорезная обработка	0-10	322	359	484	+162	+50,3
	10-20	419	416	471	+52	+12,4
	20-30	461	454	446	-15	-3,2
	0-30	400	409	467	+66	+16,5
Чередование вспашки и плоскорезной обработки под ячмень	0-10	340	357	394	+54	+15,8
	10-20	414	407	421	+7	+17,7
	20-30	428	430	394	-34	-7,9
	0-30	394	398	403	+9	+2,2
Чередование вспашки и прямого посева под ячмень	0-10	361	400	431	+70	+19,3
	10-20	398	420	442	+44	+11,0
	20-30	365	369	408	+43	+11,8
	0-30	374	396	427	+523	+14,0

После пара, независимо от обработки почвы под последующие культуры засоренность почвы увеличивалась. При этом наиболее значительно к концу ротации (на 16.5% в пахотном слое) увеличивалась засоренность почвы при ежегодной плоскорезной обработке (в пару и под ячмень). На 14% также увеличивалась засоренность в варианте с прямым посевом ячменя.

Меньше возросла засоренность почвы при чередовании вспашки и плоскорезной обработки. Вариант с ежегодной вспашкой к концу ротации накопил сорняков в 3.5 раза меньше чем вариант с ежегодной плоскорезной обработкой и в 2.1 раза больше, чем вариант с чередованием вспашки и плоскорезной обработки.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что обработка почвы должна проводиться с учетом распределения семян по частям пахотного горизонта. Отвальная обработка чистого пара способствует очищению всех частей пахотного слоя и за период парования снижает засоренность почвы на 29%. При плоскорезной обработке пара уничтожается 15% семян сорняков, или в 2 раза меньше чем при отвальной, а очищение происходит преимущественно в частях пахотного слоя 0-10 и 10-20 см.

Комбинированные приемы обработки почвы в пару при сочетании вспашки и плоскорезного рыхления, вспашки и прямого посева в очищении почвы от сорняков эффективнее плоскорезной обработки, но уступают отвальной обработке на 9-10%. После паровой обработки, под последующими культурами засоренность почвы возрастает, причем наиболее значительно при ежегодной плоскорезной обработке под культуры и в пару. При чередовании вспашки и плоскорезной обработки засоренность нарастает наименьшими темпами, что свидетельствует о том, что вспашка остается важным агротехническим приемом в сдерживании роста засоренности почвы.

Результаты учета засоренности посевов по вариантам обработки выщелоченного чернозема согласовывались с потенциальным запасом семян сорняков, особенно с запасом сорняков в слое 0-10 см. Коэффициент корреляции составил при вспашке 0.71, при плоскорезной обработке 0.93, при нулевой 0.98.

Характерная особенность засоренности посевов заключалась в том, что по плоскорезной обработке пара и зяби прорастание сорня-

ков было более массовым и в то же время более продолжительным (табл. 31).

Таблица 31

Засоренность посевов культур зернопаропропашного севооборота в зависимости от приемов основной обработки почвы (ср. за 1981-1985 гг.), шт/м<sup>2</sup>

Основная обработка почвы	Сроки учета засоренности		
	Всходы	кущение	перед уборкой
Пшеница по пару			
Пар:			
отвальная	83	89	32
плоскорезная	100	145	38
комбинированная	94	98	39
Ячмень			
Зябь:			
вспашка на глубину 20-22 см	151	154	80
рыхление на глубину 20-22 см	176	210	84
без основной обработки	118	223	73
Кукуруза			
вспашка на глубину 23-25 см	60	62	45
рыхление на глубину 23-25 см	108	154	74
вспашка на глубину 20-22 см	84	94	52
Пшеница по кукурузе			
вспашка на глубину 20-22 см	82	102	31
рыхление на глубину 20-22 см	108	186	42
рыхление на глубину 16-18 см	98	128	36

Если по вспашке от всходов до полного кущения под культурами прирост новых всходов сорняков был незначительным, то по плоскорезной обработке за этот период количество сорняков увеличивалось примерно в 1.5 раза. Это в свою очередь было связано с концентрацией всхожих семян в верхнем слое почвы, где под влиянием меняющихся гидротермических условий они последовательно проходили стадию покоя и прорастали.

Полученные данные показали, что разные приемы основной обработки по-разному влияли на состав биологических групп и видов сорных растений.

За годы исследований основными сорняками в посевах культур были яровые ранние (марь белая, жабрей, овсюг и др.) и яровые поздние (щетинники сизый и зеленый, просо развесистое, ежовник и др.) на долю многолетних (пырей ползучий и осоты) приходилось не более 3-4% от общего количества сорняков.

Прочие сорняки (обманчивоплодник, конопля, ярутка полевая и др.) составляли от 6 до 15%. Среди культур зернопаропропашного севооборота наименее засоренными были посевы пшеницы по чистому пару и кукурузы на силос, наиболее засоренными - посевы ячменя.

Посевы пшеницы по отвальной и комбинированной обработке пара на 80-90% были засорены яровыми ранними сорняками.

В посевах по плоскорезной обработке пара преобладали яровые поздние сорняки - 48% от общего количества сорняков.

Характерно, что по мере удаления культуры от чистого пара, уже на третьей культуре появляются многолетние сорняки, а яровые поздние преобладают над яровыми ранними независимо от обработки зяби. Больше всего сорняков отмечается по плоскорезной и особенно нулевой обработке. Сравнивая чистый пар и кукурузу на силос по сороочищающей способности нельзя не отметить более эффективную роль чистого пара.

Однако высокий по сравнению с другими предшественниками сороочищающий эффект чистого пара распространяется, главным образом, только на первую после него культуру.

Известно, что вредоносность сорняков определяется не только их количеством, но и вегетативной массой, которая отражает состояние их развития.

Результаты учета вегетативной массы сорняков показали (табл. 32), что хотя по плоскорезной обработке количество сорняков и их общая масса были больше в 1.5-2 раза, средняя масса отдельных сорняков не превышала этих показателей на вариантах со вспашкой.

В варианте с нулевой обработкой (прямой посев СЗС-2.1) в посевах ячменя средняя масса одного сорняка была наименьшей. Это указывает на то, что по этим обработкам сорняков хотя и было

больше, они были менее развиты и испытывали взаимную конкуренцию.

Таблица 32

Сырая масса сорняков в посевах зернопаропропашного севооборота в зависимости от приемов обработки пара и зяби, (ср. за 1981-1985 гг.)

Обработка почвы	Сырая масса сорняков в период кущения, г/м <sup>2</sup>	Средняя масса 1 сорняка, г
Пшеница по пару		
Пар:		
отвальная	101	1,13
плоскорезная	164	1,12
комбинированная	116	1,06
Ячмень		
Зябь:		
вспашка на глубину 20-22 см	178	1,15
рыхление на глубину 20-22 см	236	1,12
без основной обработки	164	0,73
Кукуруза		
вспашка на глубину 23-25 см	115	1,85
рыхление на глубину 23-25 см	256	1,66
вспашка на глубину 20-22 см	125	1,32
Пшеница по кукурузе		
вспашка на глубину 20-22 см	166	1,62
рыхление на глубину 20-22 см	239	1,28
рыхление на глубину 16-18 см	195	1,52

Кроме того, как было показано выше, по плоскорезной и нулевой обработке преобладали яровые поздние сорняки, которые прорастают позднее и к сроку учета находились в более молодых стадиях развития.

Таким образом, полученные данные по засоренности посевов в зависимости от приемов основной обработки почвы свидетельствуют о существенности взаимосвязи между засорен-

ностью почвы и посевов. При ежегодной плоскорезной и минимальной обработке засоренность посевов возрастает в 1.5-2 раза. Отвальная обработка способствует накоплению яровых ранних, а плоскорезная и минимальная - яровых поздних сорняков. Чередование вспашки, плоскорезной и нулевой обработки в севооборотах эффективнее ежегодной плоскорезной обработки.

#### *5.2.4. Содержание питательных веществ*

Основными факторами, определяющими динамику нитратов, являются влажность почвы, температура, аэрация, наличие свежего органического вещества, биологические особенности отдельных культур и вносимые минеральные и органические удобрения. Сложную взаимосвязь процессов нитрификации можно определить по конечному результату - количеству нитратов.

Определение нитратного режима различных почв региона позволило выявить ряд закономерностей в зависимости от обработки почвы, однако имеющиеся материалы отличаются противоречивостью, трудносопоставимы. Так в работе В.М. Архипкина (1975) на дерново-карбонатной почве отмечается, что по плоскорезной зяби на глубину обработки 14-16, 20-22 и 28-30 см нитратов накапливается больше, чем по вспашке на те же глубины на 10-15 мг на кг почвы. Эта разница наиболее заметна в фазу кущения, а затем сглаживается к фазе спелости зерновых.

В работе В.Н. Романова, вспашка выщелоченного чернозема на гл. 25-27 см эффективнее поверхностных обработок на гл. 8-15 см только в том случае, если она ранняя (августовская или сентябрьская). Проведение вспашки в поздние сроки (октябрь) преимуществ перед безотвальными обработками не имеет.

По данным С.Е. Дроговоза (1970) на серых лесных почвах способы обработки чистого пара и зяби существенного влияния на накопление нитратов не оказывают и при всех способах их обработки идет интенсивное накопление нитратов.

Необходимо отметить, что результаты этих исследований получены при изучении приемов обработки по разным предшественникам, фонам удобрений и в различных севооборотах, поэтому какие-либо глубокие обобщения по сравнительной оценке от-

вальной и безотвальной обработки сделать не представляется возможным.

Проведенное нами изучение динамики нитратов в зависимости от разных технологий обработки чистого раннего пара в зернопаропропашном севообороте позволило установить, что независимо от вариантов обработки пара, в среднем за 4 года за период парования происходит накопление нитратов как в пахотном, так и в подпахотном слоях выщелоченного чернозема. При этом ход изменения нитратов мало зависел от обработок пара. По сравнению с началом, к концу парования в среднем по обработкам в пахотном слое накапливалось 8-10 мг нитратов и к уходу в зиму варианты обработки пара по содержанию нитратов практически не отличались.

В разрезе отдельных лет динамика нитратов в пахотном слое существенно отличалась, но при этом более значительное влияние оказывала не механическая обработка, а гидротермические условия погоды.

В засушливые годы независимо от технологии обработки пара шло интенсивное накопление нитратов и к уходу в зиму их содержание достигало 30-35 мг на кг почвы. В нормальные по увлажнению годы накопление нитратов шло менее интенсивно и их накапливалось почти в 2-2.5 раза меньше. В наиболее прохладные и более влажные годы к уходу в зиму нитратов по всем обработкам содержалось на уровне весенних запасов.

По данным А.А. Шмука (1950) и В.Е. Шевчука (1977) процесс нитрификации находится в большой зависимости от влажности почвы. При высокой влажности почвы (70-80% от ППВ) почвенный воздух вытесняется, а процесс нитрификации замедляется. При низком содержании влаги в почве процесс нитрификации также затухает, но в большинстве случаев не прекращается, особенно при повышенных температурах. Расчет коэффициента корреляции полученных нами данных показал, что между влажностью, температурой почвы и содержанием нитратов в засушливый год отмечается слабая взаимосвязь ( $r=0,30$ ), а во влажные средняя ( $r=0,54$ ).

Это указывает на то, что в засушливый год динамика нитратов больше зависела от температурного фактора, а во влажную - от содержания в почве влаги. Ход динамики нитратов под пшеницей по пару представлен в таблице 33.

Динамика нитратов под пшеницей по пару в зависимости от технологии его обработки (1981-1984 гг.), мг на 1 кг почвы

Технология обработки пара	Даты определения нитратов					
	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10
<i>в слое 0-30 см</i>						
Отвальная	11,1	9,1	9,3	7,4	11,4	9,5
Плоскорезная	14,5	15,4	8,5	6,1	11,2	10,1
Комбинированная (вспашка + плоскорезная обработка)	14,3	12,7	9,5	7,4	12,5	11,1
<i>в слое 0-100 см</i>						
Отвальная	13,3	8,6	8,3	10,2	12,5	11,9
Плоскорезная	13,5	11,4	10,1	7,6	12,7	10,3
Комбинированная (вспашка + плоскорезная обработка)	12,4	10,2	10,5	8,3	12,5	12,1

Под пшеницей по плоскорезной обработке пара в первой половине вегетационного периода нитратов содержалось несколько больше, чем по вспашке как в пахотном, так и в метровом слое почвы. К концу вегетационного периода эта разница сглаживалась.

В засушливый год, от посева до кущения, в пахотном слое по всем вариантам пара шло накопление нитратов, затем до середины августа (молочная спелость) их интенсивный расход.

После созревания и до ухода в зиму нитраты вновь накапливались. Перед уходом в зиму их содержалось не ниже, а даже выше, чем перед посевом пшеницы. Накопление отмечено по всем вариантам обработки пара.

Во влажные годы в содержании нитратов по всем вариантам обработки пара было два минимума: в фазу колошения и перед уборкой. Очевидно, при значительном количестве июльских осадков в эти годы при пониженных температурах растения слабо использовали нитраты в июле. После уборки и до ухода в зиму при прохладной осени в эти годы накопление нитратов шло слабо. Во все годы за период вегетации больше нитратов, особенно в начале периода, содержалось под пшеницей по плоскорезной обработке пара.

Исключение обработки под ячмень не приводило к резкому затуханию нитрификации. К уходу в зиму нитратов здесь было не меньше, чем после вспашки или плоскорезного рыхления. Это указывает на то, что осенняя обработка после зерновых в сентябре уже не оказывает существенного влияния на накопление нитратов ввиду ухудшения гидротермических условий и затухания нитрификационных процессов в почве.

Динамика нитратов под ячменем по пшенице за вегетационный период имела много общего с предшественником (табл.34).

Таблица 34

Динамика нитратов под ячменем в зависимости от приемов основной обработки (1981-1984 гг.), мг на кг почвы

Технология обработки зяби	Даты определения нитратов					
	15.05.	15.06.	15.07.	15.08.	15.09.	15.10.
<i>в слое 0-30 см</i>						
Вспашка на гл.20-22 см	8.9	15.3	3.5	4.1	3.5	9.3
Рыхление на гл.20-22 см	11.0	11.6	7.7	2.1	4.5	8.5
Без основной обработки	11.8	9.3	5.4	2.8	4.6	9.9
<i>в слое 0-100 см</i>						
Вспашка на гл.20-22 см	10.1	16.0	5.2	2.7	7.8	9.2
Рыхление на гл.20-22 см	10.5	10.0	8.0	3.8	6.0	7.4
Без основной обработки	12.5	12.0	6.2	4.6	6.7	9.5

Перед посевом ячменя (15.05.) больше нитратов в пахотном слое (на 3.1-3.9 мг) содержалось на плоскорезной зяби и необработанной почве, что, видимо, было связано с лучшей нитрификацией при хорошем увлажнении почвы. В то же время заметно, что по вспашке с 15.05. по 15.06. содержание нитратов резко увеличилось как в пахотном, так и в метровом слое почвы, что вероятнее всего связано с лучшим прогреванием почвы из-за отсутствия мульчирующего слоя стерни. Однако за счет лучшей влагообеспеченности ячменя по плоскорезной зяби и по стерне растения давали более мощные всходы, которые начинали потреблять нитраты сразу после всходов до полного прогревания пахотного слоя. В результате этого

динамика нитратов как в пахотном, так и подпахотном слоях за май-август по плоскорезной зяби и по стерне носила более выровненный характер.

В отличие от пшеницы ячмень характеризуется более интенсивным потреблением нитратов и за 2 месяца - с 15 июня по 15 августа их содержание уменьшилось в 4-5 раз. Практически все нитраты пошли на формирование вегетационной массы. После окончания формирования вегетативной массы в августе содержание нитратов начинало увеличиваться. Осенью на накопление нитратов большое влияние оказывали гидротермические условия и значительно меньше основная обработка. В этом плане большое значение оказывают не способы и технология, а сроки обработки (Г.Г. Шашкова, 1974).

Динамика нитратов под кукурузой существенно отличалась от динамики под зерновыми культурами (табл. 35).

Если под зерновыми культурами шел интенсивный расход нитратов, то под кукурузой, как в пахотном, так и метровом слоях, независимо от обработки зяби шло интенсивное их накопление и на 15 июля нитратов под кукурузой содержалось максимальное количество, близкое к содержанию в чистом пару.

В период наиболее интенсивного роста зеленой массы с 15 июля по 15 августа содержание нитратов резко снижалось в соответствии с их значительным потреблением.

Таблица 35

Динамика нитратов под кукурузой в зависимости от основной обработки (1981-1984 гг.), мг на кг почвы

Технология обработки зяби	Даты определения нитратов					
	15.05.	15.06.	15.07.	15.08.	15.09.	15.10.
в слое 0-30 см						
Вспашка на гл.23-25 см	9.1	9.0	21.2	6.9	3.2	13.1
Рыхление на гл.23-25 см	7.0	7.8	11.7	9.9	6.4	14.6
Вспашка на гл.20-22 см	8.1	8.6	15.0	13.1	7.1	13.3
в слое 0-100 см						
Вспашка на гл.20-22 см	7.9	6.4	15.8	9.9	5.9	10.2
Рыхление на гл.20-22 см	8.0	7.5	13.5	10.1	8.3	15.4
Вспашка на гл.20-22 см	6.0	7.0	12.8	10.0	7.5	10.8

В засушливый год наблюдалось более интенсивное потребление нитратов, но в то же время и их интенсивное накопление после уборки. Во влажные годы больше нитратов содержалось в первой половине вегетации и меньше осенью. Однако в целом, в годы исследований, почва после кукурузы к уходу в зиму содержала в пахотном и метровом слое на 4-7 мг нитратов больше чем весной перед посевом кукурузы. По вариантам обработки существенных различий в содержании нитратов не отмечалось.

Динамика нитратов под пшеницей по кукурузе в целом мало отличалась от динамики пшеницы по пару и характеризовалась снижением содержания до середины августа, а затем возрастанием до уборки.

Под пшеницей по кукурузе весной по плоскорезной обработке нитратов также в пахотном слое содержалось на 7-9 мг больше чем по вспашке, но к уборке это различие выравнивалось, а содержание нитратов было ниже весеннего уровня.

Исследования динамики нитратов в зернопаропропашных и зернопаровых севооборотах на темной серой лесной почве показали, что в основном, под культурами она мало отличалась от ее динамики на выщелоченном черноземе, что свидетельствует об идентичности общих зональных закономерностей в питательном режиме этих почв. Единственной особенностью явилось то, что на темно-серой лесной почве разница в содержании нитратов к посеву культур по обработкам была несущественной.

По данным почвоведов И.В.Николаева (1948), Б.В.Надеждина (1961), А.Н. Угарова (1965) и др., черноземы и серые лесные почвы Прибайкалья содержат большое количество подвижного фосфора, а запасы общего фосфора на гектаре достигают от 3 до 18 тонн.

Несмотря на высокое содержание фосфора в местных почвах, проблема обеспечения им растений остается сложной, что связано с трудной доступностью фосфатов ввиду особой специфичности физико-химических и биологических процессов в почвах Восточной Сибири. По данным В.Е.Шевчука (1977), в наших почвах в недоступной для растений форме содержится 84-88% фосфатов, а подвижные его формы подвержены значительным сезонным изменениям и зависят от целого ряда многообразных причин.

Изучением фосфатного режима почв региона занимались многие исследователи (Горшенин, 1955; Доманский, 1968; Крестьянинова, 1969; Макеев, 1959; Романов, 1974; Угаров, 1967; Шелковников, 1967, и др.). В этих работах рассмотрены различные факторы общезонального характера, а также влияние на динамику подвижного фосфора различных севооборотов, культур и предшественников.

Однако работ, освещающих динамику фосфатов в связи с обработкой почвы крайне мало. В этом плане можно назвать только работы В.А. Романова, В.А. Шелковникова и В.М. Архипкина (1968, 1974, 1975). Основной вывод В.А. Шелковникова сводится к тому, что в среднеувлажненные годы больше фосфора накапливается в почве по вспашке, а в засушливые - по безотвальной обработке.

Из результатов работы В.Н. Романова следует, что после минимальных обработок (плоскорезных, дисковых, фрезерных) на глубину 8-15 см содержание подвижного фосфора увеличивается за счет лучшей увлажненности пахотного слоя по этим обработкам и растворения вносимых минеральных удобрений.

По данным В.М. Архипкина, на выщелоченном черноземе содержание подвижного фосфора увеличивается и по плоскорезной обработке на глубину 20-22 и 23-25 см.

Данные наших исследований не позволили выявить существенного влияния на содержание и динамику подвижного фосфора различных приемов обработки (табл. 36).

Независимо от возделываемых культур и обработки пара и зяби наибольшее содержание подвижного фосфора во все годы было весной до посева и находилось в пределах от 12 до 15 мг на 100г почвы, что на уровне средней обеспеченности фосфатами по Кирсанову.

Очевидно, в наших опытах также сказалось влияние минеральных удобрений, внесенных перед посевом. В начале вегетационного периода под культурами и в парах динамика фосфатов была относительно стабильной.

С 15 мая по 15 июля отмечалось некоторое их снижение под всеми культурами, за исключением кукурузы и в парах. С 15 июля до 15 августа содержание подвижного фосфора резко снижается - в 2-3 раза.

В парах их содержалось 2.7-3.0 мг, а под пшеницей по пару 2.8-3.2 мг на 100 г почвы. В подпахотных слоях их содержание уменьшалось на 2-3 мг, а в августе сохранялись лишь следы фосфатов.

Таблица 36

Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см под культурами зернопропашного севооборота в зависимости от приемов основной обработки почвы (1981-1985 гг.), мг /100 г. почвы

Приемы основной обработки	Даты определения подвижного фосфора					
	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10
<b>Пар чистый</b>						
Обработка пара:						
отвальная	13.1	14.5	9.0	2.7	4.2	4.5
плоскорезная	13.3	15.0	8.6	2.4	3.8	4.0
комбинированная	14.0	16.1	9.3	3.0	4.0	4.6
<b>Пшеница</b>						
по отвалному пару	12.2	19.3	8.6	2.8	5.1	5.0
по плоскорезному пару	12.1	9.6	13.2	3.2	4.6	4.7
по комбинированному пару	13.2	9.7	12.0	2.9	5.4	5.6
<b>Ячмень</b>						
Обработка зяби:						
вспашка на глубину 20-22 см	12.1	9.1	11.0	6.7	8.6	8.7
рыхление на глубину 20-22 см	12.7	10.9	13.2	5.8	8.5	9.0
без основной обработки	13.0	10.5	13.9	7.1	7.3	9.2
<b>Кукуруза</b>						
вспашка на глубину 23-25 см	14.3	10.2	15.5	8.9	8.0	8.6
рыхление на глубину 23-25 см	12.9	9.8	13.6	7.6	7.7	7.5
вспашка на глубину 20-22 см	12,7	10,2	12,9	8,3	10,1	8,3
<b>Пшеница</b>						
вспашка на глубину 20-22 см	14.7	10.9	11.8	6.8	8.0	9.0
рыхление на глубину 20-22 см	14.8	9.0	12.1	6.3	6.9	9.6
рыхление на глубину 20-22 см	14.5	10.2	10.0	7.0	7.4	9.4

Под пшеницей, ячменем и кукурузой в августе их было в 2 раза больше. С середины августа и до ухода в зиму как в парах, так и под культурами содержание фосфатов несколько повыша-

лось. При этом накопление фосфатов в конце лета и осенью зависело от остаточных августовских запасов: чем меньше их оставалось в августе, тем меньше и успевало накапливаться к уходу в зиму.

В целом, во все годы просматривалась выраженная сезонная аналогия в динамике фосфатов в пару и под культурами, которая заключалась в тенденциозном снижении запасов подвижного фосфора от весны к концу лета и некотором увеличении за осень. Именно на такой характер динамики подвижного фосфора на основных типах почв Прибайкалья под зерновыми, пропашными и зернобобовыми обращалось внимание в работах В.А. Шелковникова и Н.Г. Крестьяниновой. Необходимо отметить, что наиболее слабоизученным и противоречивым в Прибайкалье является вопрос о влиянии паровой обработки на накопление фосфатов. Многие исследователи и агрономы, глубоко не вникая в данный вопрос, считают, что пары накапливают все элементы питания, в том числе и фосфор.

В единственной работе по этому вопросу В.А. Шелковникова (1972) сообщалось, что не меньше чем в паровом поле, фосфатов накапливается под кукурузой, а под горохом больше, чем в пару.

А.Н. Угаров (1965) определяя подвижной фосфор в пару под растениями нашел, что как в пару, так и под растениями в начале вегетации содержание фосфатов высокое, затем подвергается незначительным колебаниям в сторону уменьшения или увеличения, но к концу лета идет убывание до минимума.

Полученные нами данные вполне согласуются с этими положениями и во все годы исследований динамика фосфатов в пару и под культурами была сходной, причем к концу сезона в пару содержалось фосфатов не выше чем под другими культурами, а в большинстве случаев даже ниже.

На наш взгляд, одной из причин снижения запасов подвижного фосфора в пару является его интенсивное потребление самими микроорганизмами для построения своих тел и жизнедеятельности в условиях интенсивной минерализации органического вещества.

Таким образом, приемы основной обработки пара и зяби не оказывают существенного влияния на содержание и динамику подвижного фосфора. Плоскорезная и нулевая обработка не приводят к ухудшению фосфатного режима выщелоченного чернозема и тем-

ной серой лесной почвы. Чистый пар не имеет преимуществ по накоплению подвижного фосфора перед осенней обработкой.

Состояние изученности калийного режима почв и особенности калийного питания в Восточной Сибири носит весьма примитивный характер. Большинство исследователей, затрагивающих вопросы калийного питания растений, отмечали усиление подвижного калия при применении минеральных удобрений (Угаров, 1967; Романов, 1984; Рынкс, 1959 и др.)

Характер изменения подвижного калия в почвах Прибайкалья в связи с разными приемами обработки практически не освещался. В работах С.Е. Дроговоза (1971), А.Г. Белых (1977), В.Н. Романова (1984) и других, где сравнивалась глубокая вспашка с минимальными обработками, сообщалось, что сколько-нибудь заметных различий по содержанию подвижного калия между обработками на разных типах почв не выявлено.

Полученные нами результаты также не позволили сделать вывод о преимуществе какого-либо приема основной обработки, а его содержание было на уровне средней обеспеченности.

#### *5.2.5. Урожайность сельскохозяйственных культур*

Анализ исследований по выявлению возможностей и эффективности минимализации обработки почвы в разных регионах страны показывает перспективность этого направления.

Если ранее проблема минимализации решалась исходя из необходимости борьбы с дефляцией и эрозией, то в настоящее время она рассматривается как наиболее эффективное ресурсосберегающее мероприятие, поскольку традиционная система ежегодной вспашки – один из самых энерго-, трудоемких и малопродуктивных процессов, который в современных экономических условиях становится слишком расточительным, а с другой, во многих случаях, не имеет научного обоснования в разрезе конкретных природных условий.

А.Н. Каштанов (1988) все разработанные наукой и применяемые в производстве системы обработки условно делит на 3 большие группы. Первая группа включает приемы интенсивной отвальной на глубину 20-22 см и более с последующими обработками на глубину до 14 см, вторая группа предусматривает интенсивную безотваль-

ную обработку почвы (плоскорезная, чизельная, щелевание и последующая обработка на глубину до 14 см). К третьей группе относятся приемы мульчирующей обработки. В США минимальной обработкой считается та, которая обеспечивает не менее 30% послеуборочных остатков на поверхности почвы.

По расчетам Почвенного института им. В.В. Докучаева, наибольшую эффективность минимализации обработки при условии успешной борьбы с сорняками можно ожидать на черноземах, несколько меньшую, но вполне достоверную на темно-серых и серых лесных почвах. Некоторый эффект может быть получен на средне- и высококультурных дерново-подзолистых, светло-каштановых почвах и сероземах.

В Предбайкалье пашня представлена не менее 10 основными типами почв, но преобладают серые лесные (темно-, светло-серые и серые – 48,3%), дерново-карбонатные (35,8%), черноземные (до 6,5-7%).

Сравнительного и четкого представления об эффективности разных, в том числе и минимальных приемов обработки на продуктивность сельскохозяйственных культур на данных типов почв до проведения наших исследований выработано не было.

Основным интегрирующим показателем, определяющим конечную эффективность того или иного приема обработки почвы, является урожайность сельскохозяйственных культур.

Урожайность, полученная в зернопаропропашном севообороте на выщелоченном черноземе, представлена в таблице 37.

Наивысшая урожайность яровой пшеницы в среднем за 5 лет была получена по чистому пару – на 2-4 ц/га в среднем выше, чем по кукурузе.

Плоскорезная послойная обработка пара оказалась наиболее эффективной и повысила урожайность пшеницы по сравнению с двумя вспашками в пару на 3,1 ц/га. Комбинированные (отвально-плоскорезная и плоскорезно-отвальная) обработки преимуществ перед контролем не имели.

Следует отметить, что после острозасушливого (1981) года разница в пользу чистого пара в среднем по обработкам составила 5-6 ц/га. В наиболее благоприятный 1983 год после предшествующего влажного 1982 года урожайность пшеницы по кукурузе даже несколько превысила (на 0,4 – 1,3 ц/га) урожайность по чистому па-

ру, что вполне согласуется с данными А.И. Кузнецовой, В.Ф. Масалова, А.Р. Гиля (1977), согласно которым в нормальные по увлажнению и влажные годы в лесостепной зоне региона чистые пары не имеют преимуществ перед занятыми и кукурузой.

Таблица 37

Урожайность культур зернопаропропашного севооборота  
при разных системах основной обработки  
выщелоченного чернозема (ср. 1981-1985 гг.)

Обработка почвы	Урожайность, ц/га	± к контролю, ц/га
Пшеница по пару		
Пар:		
Отвальная (контроль)	26,3	-
Плоскорезная	29,4	+3,1
Отвально-плоскорезная	26,5	+0,2
Плоскорезно-отвальная	25,4	-0,9
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,1... 2,8	-
Ячмень		
Зябь:		
Вспашка на гл. 20-22 см	26,6	-
Рыхление на гл. 20-22 см	27,6	+1,0
Рыхление на гл. 16-18 см	28,1	+1,5
Без основной обработки (посев по стерне СЗС-2,1М)	29,4	+2,8
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,8... 2,3	-
Кукуруза на силос		
Вспашка на гл. 23-25 см	169,4	-
Рыхление на гл. 23-25 см	120,3	-49,1
Вспашка на гл. 23-25 см	159,6	-9,8
Вспашка на гл. 20-22 см	161,9	-7,5
НСР <sub>05</sub> , ц/га	8,6... 20,4	-
Пшеница по кукурузе		
Вспашка на гл. 20-22 см	24,2	-
Рыхление на гл. 20-22 см	25,2	+1,0
Рыхление на гл. 20-22 см	23,9	-0,3
Без основной обработки	21,3	-2,9
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,5... 3,3	-

Ячмень во все годы давал прибавку урожая от прямого посева сеялкой СЗС – 2,1М – до 2,8 ц/га в среднем за 5 лет. Замена вспашки

на нормальную (20-22см) и мелкую плоскорезную обработку (16-18 см) к снижению урожайности ячменя не приводила.

Кукуруза на силос в среднем за 5 лет наиболее высокую урожайность зеленой массы дала в варианте вспашки на глубину 23-25 см – на 40-50 ц/га выше по сравнению с ежегодным плоскорезным рыхлением на ту же глубину. Приемы обработки почвы под пшеницу из-под кукурузы на урожайность пшеницы существенного влияния не оказывали.

Данные урожайности в плодосменном севообороте по этим же обработкам хорошо согласуется с данными, полученными в зернопаропропашном севообороте (табл.38).

Таблица 38

Урожайность культур плодосменного севооборота при разных системах обработки выщелоченного чернозема (ср. за 1981-1985 гг.)

Обработка почвы	Урожайность, ц/га	± к контролю, ц/га
Кукуруза на силос		
Вспашка на гл. 23-28 см	178,1	-
Вспашка на гл. 23-25 см	140,3	-37,8
Вспашка на гл. 20-22 см	174,6	-3,5
НСР <sub>05</sub> , ц/га	10,3... 17,3	-
Пшеница		
Вспашка на гл. 20-22 см	24,7	-
Рыхление на гл. 20-22 см	25,3	+0,6
Рыхление на гл. 20-22 см	24,8	+0,1
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,08... 2,2	-
Горохо-овес (зеленая масса)		
Вспашка на гл. 23-25 см	134,7	-
Рыхление на гл. 23-25 см	110,6	24,1
Без осенней обработки	85,6	-49,1
НСР <sub>05</sub> , ц/га	15,6... 20,5	-
Пшеница		
Вспашка на гл. 20-22 см	24,8	-
Рыхление на гл. 20-22 см	25,7	+0,9
Вспашка на гл. 20-22 см	24,9	+0,1
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,3... 2,4	-

Урожайность зеленой массы кукурузы по отвальной обработке также была выше на 35-38 ц/га, чем по плоскорезной обработке. Минимализация осенней обработки почвы под горохо-овес, как и под кукурузу дала отрицательный результат. Плоскорезная обработка снизила урожайность зеленой массы на 24,1 ц/га, а нулевая обработка почти на 50 ц/га. Обработка почвы после этих предшественников, независимо от того проводилась она отвально или безотвально к изменению урожайности пшеницы не привела.

Таким образом, для выщелоченных черноземов в связи с их обработкой можно сделать следующие выводы:

1. Чистый пар является лучшим предшественником для яровой пшеницы, а наиболее эффективной технологией его обработки является послонная плоскорезная.

2. Минимализация обработки почвы под вторую зерновую культуру по пару (ячмень) способствует росту его урожайности (до 2,8 ц/га по нулевой обработке)

3. Кукуруза и горохо-овес при замене вспашки на плоскорезное рыхление и нулевую обработку существенно снижают урожайность зеленой массы – на 40-50 ц/га.

4. Кукуруза на силос и горохо-овес на зеленую массу как предшественники равноценны, а приемы обработки после них не оказывают существенного влияния на урожайность яровой пшеницы.

Урожайность культур на темно-серой лесной почве в зерно-травяном севообороте представлена в таблице 39.

Из шести изученных систем основной обработки почвы наименее эффективной оказалась система обработки с полным исключением вспашки, причем повышение уровня химизации не устраняло отрицательный эффект от минимализации более тяжелых и менее пористых, чем черноземы темно-серых лесных почв. Все остальные изученные системы при одних и тех же уровнях химизации достоверных различий не имели, что свидетельствует о значительных возможностях минимализации серых лесных почв.

Применение удобрений под замыкающие севообороты зерновые культуры увеличивали их урожайность до уровня пшеницы по неудобренному пару. В целом же, влияние удобрений на темно-серой лесной почве эффективнее приемов основной обработки почвы.

Таблица 39

Урожайность культур зерноотравяного севооборота в зависимости от основной обработки темно-серой лесной почвы и уровня химизации (ср. за 1989-1993гг.), ц/га.

Системы обработки почвы	Уровень химизации	Культуры севооборота			
		пшеница по чистому пару	донник (зеленая масса)	пшеница	овес
Ежегодная вспашка	1*	25,6	190,0	21,0	19,3
	2	30,0	212,4	24,6	25,9
В пару вспашка + перепашка, вспашка под пшеницу, плоскорезная под овес	1*	24,1	178,3	22,1	19,0
	2	29,9	200,8	24,5	23,9
В пару вспашка + плоскорезная, вспашка под пшеницу, культивация под овес	1*	24,8	179,4	17,3	18,9
	2	28,4	196,3	20,9	22,1
В пару вспашка + плоскорезная, плоскорезная под пшеницу и овес	1*	24,0	174,0	17,1	17,4
	2	26,2	206,3	22,3	23,0
В пару вспашка + плоскорезная, плоскорезная под пшеницу, культивация под овес	1*	22,3	150,3	16,5	16,6
	2	26,1	170,4	19,3	20,4
НСР <sub>05</sub> , ц/га		2,2	15,4	2,6	1,9

Примечание: 1\* - без удобрений +2,4Д

2 – удобрения (N<sub>45</sub>P<sub>33</sub>K<sub>45</sub>)+2.4Д

В зернопаровом севообороте с горохом на этом же типе почвы получены сходные данные урожайности (табл.40).

В севообороте с сидеральным донниковым паром общий уровень урожайности при разных системах обработки практически полностью совпадал с данными севооборота с чистым паром.

Таблица 40

Урожайность культур зернопарового севооборота в зависимости от основной обработки темно-серой лесной почвы и уровня химизации (ср. за 1989-1993 гг.), ц/га

Системы обработки почвы	Уровень химизации	Культуры севооборота			
		пшеница по пару	горох	ячмень	овес
Ежегодная вспашка в пару и под культуры	1*	25,6	9,0	20,1	20,8
	2	31,7	13,0	24,2	23,4
В пару вспашка + рыхление, вспашка под горох, ячмень, овес.	1	25,0	8,9	20,3	20,1
	2	29,4	13,2	24,7	24,6
В пару вспашка + рыхление под горох, вспашка под ячмень и овес	1	24,8	7,1	21,3	21,4
	2	29,0	11,4	24,6	23,9
В пару вспашка + рыхление, рыхление под горох вспашка под ячмень, рыхление под овес	1	24,2	7,2	20,9	20,1
	2	28,9	10,8	24,4	24,5
В пару вспашка + рыхление, рыхление под горох, ячмень, овес.	1	24,6	6,2	16,6	17,3
	2	28,9	8,1	20,7	20,8
В пару послойное рыхление и рыхление под культуры	1	20,8	6,2	16,6	17,3
	2	26,4	8,1	20,7	20,8
НСР05, ц/га		2,3	2,1	3,2	1,8

Примечание: 1\* - без удобрений +2,4Д на зерновых + базагран на горохе

2 – удобрения (N<sub>45</sub>P<sub>33</sub>K<sub>45</sub>)+2.4Д + базагран

Разница в урожайности между чистым и сидеральным паром была незначительной, а при усилении степени минимализации, урожайность зеленой массы донника и последующих по ним зерновых (пшеницы и овса) снижалась соответственно на 25-30 ц/га зеленой массы и 2,5-3,0 ц/га зерна.

Наиболее высокую урожайность яровой пшеницы также обеспечил чистый пар с двумя вспашками и комбинированный пар (вспашка+рыхление)

Ежегодная плоскорезная обработка в пару и под культуры привела к достоверному снижению урожайности всех культур севооборота независимо от уровня химизации. Исключение вспашки под горох во всех вариантах снижало его урожайность.

Ежегодное рыхление под все культуры севооборота было наименее эффективным из всех изучаемых систем основной обработки темно-серой лесной почвы. Если сравнивать второй уровень химизации в последнем варианте с первым вариантом на контроле, то они оказываются практически равнозначными, т.е. применение среднего уровня химизации при ежегодной плоскорезной обработке лишь подтягивает ее до уровня отвальной без удобрений. Это свидетельствует о том, что при отсутствии оборота пласта потребность в химизации существенно возрастает. А с другой стороны, при достаточном обеспечении средствами интенсификации доля отвальной обработки может быть сведена до минимума.

Для хозяйств с низким уровнем интенсификации вспашка, безусловно, должна проводиться в парах и под кормовые листовые, а минимальная под зерновые.

Для хозяйств с высоким уровнем интенсификации возможности минимализации систем обработки почвы в севооборотах существенно расширяются как за счет применения комбинированных машин и орудий, так и за счет широкого применения пестицидов.

Для обычных хозяйств со средним уровнем интенсификации наиболее эффективными будут всевозможные комбинированные системы обработки в парах с отвальной под зернобобовые и кормовые и минимальной под зерновые с частичным применением пестицидов и особенно гербицидов.

## ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА ПЛАСТА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ЗАЛЕЖЕЙ

Многолетние травы и вообще полевое травосеяние имеет большое значение не только для кормопроизводства и обогащения почв органическим веществом, но они являются и прекрасным предшественником для полевых культур. Различают понятия: посев культур по пласту и посев по обороту пласта. Первая культура, высеваемая по поднятому пласту, считается культурой, размещаемой по пласту, а вторая – по обороту пласта.

У разных культур пласт трав формируется за разное количество лет. Донник-двухлетняя культура (2 года жизни и год пользования). Донник обычно высевается под покровную культуру (пшеницу, ячмень, однолетние смеси) в ранние сроки, совпадающие со сроками посева покровной культуры.

Клевер красный в условиях Восточной Сибири не обладает долговечностью: на втором году пользования (третьем году жизни) травостой клевера уже начинает изреживаться, а образовавшиеся плешины зарастают сорняками.

В литературе имеются указания на случай его длительного произрастания на одном месте до 6-8 лет, но в условиях Иркутской области выработалась практика его одногодичного использования, а при хорошем травостое – двухгодичное с уборкой зеленой массы на корм, отавы на зеленое удобрение. Клевер, как и донник, высевается под покров зерновых (пшеница, ячмень).

Самые большие площади клевера в области всегда отмечались в таежной зоне, меньше - в лесостепной и мало - в степной.

Донник и клевер не возделывается в выводных полях севооборотов, а входят в состав основных культур севооборотов именно из-за их короткого периода активной жизни.

Люцерна в отличие от клевера и донника – многолетняя бобовая культура. Она может в зависимости от условий произрастать на одном месте до 10, а известны случаи и до 30 лет при надлежащем уходе. Поэтому ее возделывают в выводных полях полевых севооборотов. Хорошо растет во всех зонах региона.

Из злаковых трав наибольшее распространение имеет кострец безостый и различные травосмеси из бобово-злаковых, злаково-

бобовых и злаковых культур. На одном месте костер может держаться до 10 лет, а различные травосмеси злаковых и более. Все злаковые травы и их смеси также возделывают в выводных полях, а также запольных участках. В настоящее время в Иркутской области преобладают старовозрастные и выродившиеся травостои злаковых трав, а также залежи в различных стадиях (перелогах). Средние урожаи сена многолетних трав по области невысоки (от 5 до 20 ц/га) из-за того, что травы не имеют достаточного ухода, в том числе их поверхностного улучшения. Нередко они закочкариваются и зарастают мелколесьем, полностью теряя свою агрономическую и кормовую значимость.

Это является большим недостатком, так как чем выше урожаи многолетних трав, тем значительнее их влияние на плодородие почвы и мощность самого пласта. Если после пшеницы в слое 0-40 см остается 50-70 ц/га корне-поживных остатков, то после клевера 130-150, а после люцерны 160-170 и более центнеров.

Уже после 2-3 лет жизни многолетних трав в верхнем слое настолько много накапливается неразложившихся корней и других органических остатков, что они густо переплетают почву, связывают ее в сплошную массу и образуют дернину.

Так как почва под травами в течении 2-3 лет не обрабатывается, она сильно уплотняется. Из-за сокращения аэрации и воздухообмена в почве уменьшается активность аэробных микроорганизмов, в том числе патогенных. В результате почва как бы дезинфицируется и самоочищается от многих фито- и энтомофитов од-нолетних культур. Семена сорняков в анаэробных условиях теряют всхожесть.

Вместе с тем, уплотнение почвы ведет к определенным нежелательным результатам. Ухудшение водопроницаемости и большое потребление влаги многолетними травами ведет к сильному иссушению почвы и на значительно большую глубину, чем это наблюдается под однолетними культурами. Поле, занятое многолетними травами, расходует за вегетационный период большое количество воды через громадную испаряющую поверхность листьев. Определение влажности почвы в полях севооборотов показало, что после уборки трав в летние месяцы в пахотном слое количество воды не превышает величину «мертвого запаса», то есть продуктивная влага отсутствует.

После скашивания трав влажность почвы увеличивается, но запасы ее много меньше, чем в рыхлой почве чистого пара или пропашных культур. Дождевая вода плохо проникает через плотный слой дернины, а испарение с уплотненной поверхности больше.

Следовательно, дернина является тем лимитирующим фактором водного, воздушного и пищевого режима, который необходимо устранить. В связи с этим, исходя из состояния почвы после уборки многолетних трав, основные задачи обработки пласта сводятся к следующему:

- лишить жизнеспособности дернину;
- создать благоприятные водно-воздушные и тепловые условия для разложения органических остатков;
- накопить достаточные запасы влаги и питательных элементов для последующих культур.

Для решения указанных задач большое агротехническое значение имеет срок подъема пласта, а также выбора растений, высеваемых по пласту. Академик В.Р. Вильямс (1938), исходя из климатических условий Московской области, рекомендовал проводить вспашку пласта поздно осенью, в сентябре. Этим он полагал поставить разложение органических остатков в благоприятное соотношение аэробного и анаэробного процессов для активной деятельности микробов.

Однако чтобы этот процесс «пошел» по В.Р. Вильямсу необходимо, прежде всего, благоприятное сочетание водного и теплового режима. А в условиях Восточной Сибири в сентябре, а тем более в октябре такого благоприятного сочетания этих условий в отличие от Московской области как раз и не отмечается, а даже наоборот, резко снижается температура почвы, уменьшается количество осадков, а верхний слой почвы попросту уже частично находится в таломерзлом состоянии. Естественно, что ни о какой бурной деятельности микробов речи быть не может. Многолетние исследования профессора А.И. Кузнецовой (1966) и ее ученика И.Д. Троценко (1967) показали, что в Восточной Сибири пласт многолетних трав надо поднимать в конце июля – начале августа. Позднее это подтвердилось широкой производственной практикой. Подъем пласта в эти сроки совпадает с максимумом осадков и высокими температурами воздуха. При этом начинается бурная микробиологическая деятельность, ведущая к накоплению больших количеств подвижных пита-

тельных веществ. Как показали наши исследования (1979-1985 гг.), а также исследования А.И. Кузнецовой (1948-1953), М.А. Балаболина (1955 и 1958), В.Т. Мальцева (1964-1965), в почвах Иркутской области не наблюдается вымывания растворимых солей на значительную глубину. Весной же с током капиллярной влаги они снова подтягиваются в пахотный горизонт.

Если же пахать поздно (сентябрь-октябрь), то дернина сохраняется в сухой почве до весны. Пшеница, идущая по такому пласту, страдает от недостатка влаги и питательных веществ, особенно азота. По мере оттаивания и прогревания почвы сверху начинается аэробный процесс и после июньских дождей пшеница начинает развивать вегетативную массу и вследствие запоздалого развития может пострадать от ранних заморозков.

При вспашке пласта в июле-августе верхние слои почвы имеют высокую летнюю температуру, осадков выпадает много, а развитие аэробных микробиологических процессов в верхнем слое пахотного горизонта создаст обильное количество питательных веществ.

Аэробный процесс не распространяется в глубину, так как кислород расходуется полностью на интенсивные процессы окисления в верхних слоях.

Пшеница, посеянная по такому пласту, получает с ранней весны и влагу, и питательные элементы, обеспечивающие высокий урожай. Динамика нитратов в посевах пшеницы по пласту трав (зернобобовых) при разных сроках подъема показана в таблице 41.

Таблица 41

Динамика нитратов в посевах пшеницы по пласту разных сроков подъема (научно-исследовательская лабораторная ИСХИ, ср. за 1979-1981), мг/кг почвы

Сроки подъема пласта	Глубина, см	10V	25V	10VI	25VI	10VII	25VII	10VIII
15 августа	0-10	13,1	43,4	49,0	46,8	35,2	47,4	13,2
	10-20	20,6	15,0	48,1	61,4	113,6	32,5	10,1
	20-30	8,4	13,1	22,6	10,6	41,0	26,0	нет
20 сентября	0-10	12,0	6,4	14,1	31,4	108,6	46,1	15,1
	10-20	9,1	6,1	8,6	20,2	104,3	40,3	4,2
	20-30	3,6	нет	4,1	16,3	45,6	31,0	6,3

Примечание: пласт состоял из травосмеси: костреч безостый – 70%, люцерна – 30%.

Еще ранее в 50-е годы аналогичные данные были получены А.И. Кузнецовой, (Кузнецова, 1948).

Урожайность яровой пшеницы по кострецово-люцерновому пласту и овса по его обороту, полученная в нашем опыте дана в таблице 42.

Таблица 42

Урожайность пшеницы по пласту и овса по обороту пласта в зависимости от сроков его подъема (ср. за 1979-1981 гг.), ц/га

Сроки подъема пласта	Пшеница по пласту	Овес по обороту пласта
15 августа	32,6	30,6
20 сентября	21,8	22,4
НСР <sub>05</sub> , ц/га	4,6	3,9

Последствие травяного поля сказывается и при посеве второй культуры (по обороту пласта). Последствие травяного поля в севообороте продолжается не более 3 лет, а затем медленно, но заметно, эффект угасает.

Общее благоприятное действие трав в севообороте тем выше и тем благоприятнее, чем сильнее был травостой, чем мощнее был пласт.

В 2000-2005 гг. в опытно-производственном хозяйстве «Элита», расположенном в агростепном ландшафте на серой лесной тяжелосуглинистой почве нами проводились исследования по изучению технологий обработки пласта костреца безостого (7 лет жизни). Травостой характеризовался как вырождающийся, однако дернина была довольно мощной.

Результаты исследований представлены в таблице 43.

Как показали исследования, лучшим вариантом обработки пласта является классическая система, включающая вспашку плугами с предплужниками с последующей разделкой пласта дисковыми боронами БДТ-3. Все остальные варианты явно уступали отвальной технологии. Однако выявился тот факт, что чем интенсивнее (более многократно) обрабатывался пласт по разным вариантам безотвальной технологии, тем выше была и урожайность. Это свидетельствует о том, что минимализация технологии обработки пла-

ста за счет более экономичных дисковых, культиваторных обработок и их сочетания и чередования для условий Предбайкалья перспектив не имеет, хотя при недостатке средств на ГСМ и другие затраты она может иметь место.

Таблица 43

Урожайность культур по пласту и обороту пласта трав в зависимости от технологий его обработки (ср. за 2000-2004 гг.), ц/га

Технологии обработки пласта	Пшеница по пласту (2001-2003 гг.)	Овес по обороту пласта (2002-2004 гг.)
1. Вспашка плугами с предплужниками на гл. 23-25 см в июле + два дискования на гл. 8-10 см	29,1	26,4
2. Перекрестное дискование на 8-10 см	14,2	13,8
3. Дискование на гл. 8-10 см + обработка КПЭ- 3,8 на гл. 10-12 см	17,8	16,6
4. Обработка КПЭ-3,8 на гл. 10-12 см + дискование	17,6	16,1
5. Два дискования на гл. 8-10 см + две обработки КПЭ-3,8 на гл. 10-12 см.	23,6	22,8
6. Обработка многооперационным агрегатом КД-6,2 на гл. 10-12 см	17,6	16,1
7. Двойная обработка КД-6,2 на гл. 10-12 см	20,1	19,4
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,1	3,6

Нами также проводились исследования и по поиску технологий ускоренного вовлечения в сельскохозяйственный оборот заброшенных (оставленных в залежь) земель. Как показали исследования, такие земли следует начинать обрабатывать не с июля, а с середины мая и вести по типу паровой обработки. Что же касается того, какие орудия применять (отвальные или безотвальные) и как их чередовать (и на какие глубины), то все зависит от состояния по-

ля, типа растительности, почв, условий увлажнения и других факторов и условий.

В настоящее время в Иркутской области около 1 млн. га находится в состоянии залежей. Эти залежи находятся в разных стадиях или перелогах. Как правило, на залежах происходит постепенная замена одних форм растительности другими.

Первая стадия – бурьянистый перелог, который длится от 2 до 5 лет после прекращения обработки поля. Основной тип растительности – плохо поедаемые и непоедаемые травы и сорняки, а также различные ядовитые растения. Широко встречаются осоты, полыни, конопля, овсюг, вьюнок, сурепка, пырей и др. Если поле, планируемое под освоение, сильно забурьянено, то оно должно начинаться обрабатываться с весны и по типу пара. При этом могут широко использоваться гербициды сплошного действия (типа Торнадо) в начале, а через 15-20 дней в зависимости от зоны безотвальные, отвальные, чизельные и другие обработки до конца лета. На тяжелых почвах и в более увлажненных регионах эффективнее глубокие обработки с послойными поверхностными и мелкими, а на легких и средних – послойные поверхностные и мелкие с постепенным углублением.

В засушливых зонах вначале следует уничтожить «живой бурьян» гербицидами, а затем вести послойную обработку дисковыми, тяжелыми культиваторами, заканчивая ее плоскорезами или чизельными плугами.

На сильно забурьяненных перелогах не следует применять фрезы, так как фрезерование способствует активному перемешиванию сорняков по всему слою и стимулирует высокую засоренность последующих посевов.

На таких полях никакие культуры в год освоения залежей высевать не следует.

Вторая стадия – пырейный перелог, длится 5-7 лет. Обработка такой залежи ведется по типу коренного улучшения старовозрастных посевов многолетних трав. Чтобы успешно избавиться от пырея весной – в начале лета следует обработать гербицидом сплошного действия «Торнадо». Если распашка проводится плугами без предплужников, то вначале поле следует продисковать «вкрест» дисковыми боронами или обработать тяжелыми четырехрядным дискато-

ром, а затем провести вспашку, а далее обработка ведется как в чистом пару в зависимости от типа почвы и зоны.

Третья стадия – либо перелог рыхло-кустовых злаков (признак перехода к степной растительности) или лесо-луговых трав (переход к лесостепи), либо зарастание поля лесом или кустарником.

Технология обработки первого и второго перелогов аналогична пырейному, а в случае зарастания лесом и кустарником – их удаление, корчевка, планировка, очистка, а далее – по типу коренного улучшения трав.

Вопросами освоения целинных и залежных земель в свое время занимались профессора А.И. Кузнецова (1950), А.Г. Белых (1961), И.Д. Троценко (1956) и др.

С научно-теоретической точки зрения данная проблема не нова и хорошо изучена. Однако все еще малоизученной остается проблема эффективности применения гербицидов современного поколения при освоении заброшенных и залежных земель. Данная проблема заслуживает самого пристального внимания ученых, поскольку тот огромный клин заброшенных в Иркутской области земель (около 1 млн. га) освоить только за счет механических приемов обработки и особенно традиционной системы распашки будет весьма сложно.

## **ГЛАВА 7. ОСОБЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ И ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

С пятидесятих годов прошлого столетия во многих странах мира широко изучается и применяется новый прогрессивный способ посева семян в необработанную почву (прямой посев).

Технология прямого посева заключается в том, что после уборки урожая поле не обрабатывается машинами и орудиями. Оно остается на несколько дней для прорастания сорняков падалицы. Затем перед посевом поле обрабатывалось гербицидами. После чего через 2-4 дня во время посева нарезания в необработанной почве бороздки (узкие щели) и в них высеваются семена. Для этого сеялки оборудуют специальными сошниками. Такая технология получила название «нулевой» и в основном, первоначально, она применялась для посева озимых культур.

Эта технология, а первоначально сама идея совмещения операций возникла еще в древние времена, но тогда не было достаточных знаний и технологического прогресса для реализации этой идеи. И только во второй половине 20 века такая возможность представилась.

Теоретическое обоснование к развитию прямого посева, разработка комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов и комплексов сводилось к следующим положениям, возникшим не только из чистой теории, но и реальной практики:

- интенсивная обработка почвы для уничтожения сорняков и подготовки семенного ложа сверх необходимого количества операций не только излишняя, но и вредная для сохранения плодородия, а также требует больших трудо- и энергозатрат. Уменьшение числа проходов машины при прямом посеве сохраняет почву, снижает ее уплотнение и обеспечивает экономию энергии и трудозатрат. Стерня, остающаяся на поле, предохраняет почву от ветровой и водной эрозии, а воздух от загрязнения.

Исследованиями в Великобритании, США, Канаде, Австралии и других странах мира доказано, что потери земли в результате эрозии почвы при внедрении прямого посева значительно ниже, чем

при традиционной системе земледелия, себестоимость работ в два раза ниже, а расход топлива уменьшается в 3-8 раз. Выявлено (хотя и неоднозначно), что урожайность зерновых при прямом посеве выше. Но даже если урожай при этом не возрастает, такая технология представляет серьезный интерес для хозяйств, испытывающих дефицит трудовых и энергетических ресурсов.

Одной из первых стран, начавших выпускать сеялки и применять прямой посев, была Великобритания. Она и сейчас занимает ведущее место среди других стран по правовой защите своих технических решений в области прямого посева.

В последние годы применимость прямого посева стали увязывать с экологией окружающей среды.

В Европе деградация почвы вследствие эрозии и уплотнения занимает 157 млн. га. Ежегодная скорость эрозии составляет в среднем 17 т/га и превышает скорость гумусообразования примерно на 1 т/га. Снос почвы за год достигает 2,51 млрд. т. Это означает, что сельское хозяйство ЕС ежегодно теряет 700 тыс. га. Интенсивное применение техники приводит к излишнему уплотнению почвенных пор и нарушению водообмена, усилению смыва верхнего слоя. Почвенная эрозия наносит значительный урон инфраструктуре: водосборным колодцам, дренажным системам, дорогам, каналам, водным путям и т.д. Общие затраты на снос почвы составляют примерно 85,5 евро в год/га. Потери почвы пахотного слоя при традиционной обработке составляют около 179 млн. т. В Германии в 1987 году количество азота в поверхностных водах только вследствие сноса почвы и смыва достигло 66 тыс. т. При интенсивной обработке почвы по сравнению с прямым посевом потребление дизельного топлива увеличивается в 6,4 раза. Испытания в США подтвердили, что только за 19 дней после обработки выбросы  $\text{CO}_2$  вследствие микробного окисления органических веществ при вспашке примерно на 80% выше по сравнению с почвами, на которых применялся прямой посев в мульчирующий слой.

Потери гумуса вследствие окисления после вспашки плугом в 10 раз выше, чем потери от почвенной эрозии. В атмосферу улетучиваются примерно 10 т  $\text{CO}_2$  с 1 га. При прямом посеве содержание углерода увеличивается на 0,77 т/га в год, а выбросы  $\text{CO}_2$  уменьшаются на 2,8 т/га.

При переработке нефти и сжигании 100 дизельного топлива образуется 376 кг атмосферных газов (Терских, 2003). При традиционной предпосевной обработке почвы, посева и обработке жнивьязя затрачивается 45 л/га, а на 70 млн. га пашни выбрасываются 11,8 млн. т. атмосферных газов, в основном CO<sub>2</sub>, а при прямом посеве 6,8 л/га.

Первоначально для прямого посева применялись сеялки со сравнительно небольшой шириной захвата.

Наибольший интерес к комбинированным машинам начал проявляться с 70-х годов. К этому времени уже был накоплен опыт их применения за рубежом и частично в нашей стране. Сельскохозяйственные предприятия были достаточно хорошо оснащены однооперационными машинами. Однако тракторный парк пополнился новыми энергонасыщенными тракторами с мощными гидросистемами. Все это создало предпосылки для интенсивного развития комбинированных агрегатов.

Этому также способствовало все нарастающее разнообразие и номенклатура однооперационных машин, отрицательно воздействовавших на почву и снижающих урожайность.

К настоящему времени отечественными и зарубежными учеными разработано большое количество комбинированных агрегатов выполняющих основную и предпосевную обработку без посева или совмещенную с посевом. С посевом совмещают пахоту, фрезерование, культивацию, прикатывание, внесение удобрений, лушение, боронование и другие технологические приемы и операции.

При этом составляют комбинированные агрегаты не только как комбайны, но они компануются и так, чтобы можно было использовать почвообрабатывающие машины и посевные секции отдельно (блоками, модулями, секциями и др.)

Совмещение тех или иных операций требует соответствия конструкций разнородных машин, входящих в агрегат по рабочей скорости, ширине захвата, производительности, тяговому сопротивлению и другим эксплуатационным показателям.

Кроме того, у машин, входящих в комбинированный агрегат, должна быть полная совместимость по агротехническим требованиям (глубина обработки, посева и их отклонения от допустимых значений, дозы удобрений и нормы высева, влажности почвы и рабочего материала, комковатость, гребнистость и выравненность полей,

расстояние между сошниками сеялки и проходами, физической спелости почвы, допустимая неровность дна борозды, перекрытия, огрехи и т.д.). Отсюда вытекают и требования к комбинированным агрегатам и их машинам. Требования к средствам обработки почвы и посева постоянно возрастают. Важнейшими из них являются следующие: качество обработки, компактность, бесперебойность в условиях влияния послеуборочных остатков, надежное исполнение, легкое присоединение и отсоединение, простота в транспортировке, обслуживании и управлении. Не при всяком совмещении операций можно добиться желаемого эффекта. Так например, совмещение пахоты и посева не получило широкого распространения. Пахотный агрегат имеет малую ширину захвата, громоздкий и маломаневренный. Возникает экономическая несовместимость высокоэнергоемкой операции пахоты и менее энергоемкой посевной.

Наиболее эффективно использование культиваторных комбинированных агрегатов на возделывании зерновых культур при подготовке почвы и посева без вспашки. Почвообрабатывающие и почвообрабатывающе-посевные агрегаты оборудуются самыми разнообразными рабочими органами: лапами разного размера, дисками, катками разных конструкций и назначения, фрезами, выравнивателями, прутковыми и другими бородами и т.д.

Выпускаются культиваторы-сеялки, фрезы-сеялки, луцильники-сеялки, бороны сеялки, с рядовыми и ленточным посевом, с внесением удобрений и т.д.

В Сибири активными производителями комбинированных почвообрабатывающих и посевных машин отечественного производства являются ОАО «Сад» («п. Краснообск, Новосибирская область»), ОАО «Рубцовский машиностроительный завод», ОАО «Алтайдизель», ЗАО «Агро», ООО «Сибзавод АГРО», ОАО завод «Сибсельмаш-Спецтехника». Вся эта техника поставляется в АПК региона через ЗАО «Облагроснаб» (г. Иркутск). При этом тенденция выпуска комбинированных агрегатов увязана с параметрическим рядом парка тракторов.

Наиболее эффективно на полях Сибири в том числе и Предбайкалье зарекомендовали себя комбинированные почвообрабатывающие агрегаты из группы «Лидер» («Лидер-4», «Лидер 8,5», «Лидер – 1,8Н», «Лидер – 6Н», «Лидер – 4,3Н», «Лидер – 2,5 Н) и почвообрабатывающе-посевные машины (ППМ) из группы «Обь»

(ППМ «Обь – 4- 3Т», ППМ «Обь – 8 – 3Т», ППМ «Обь – 12 -3Т», ППМ «Обь – 16 – 3Т»).

Особенно эффективна эта техника в степных и лесостепных районах Сибири с недостаточным увлажнением и развитыми процессами эрозии почв.

Кемеровское ЗАО «Агро» выпускает единственные в стране посевные комплексы (ПК) «Кузбасс»: ПК – 8,5; ПК – 9,7; ПК – 12,2; ПК – 4,2. В сравнении с комплектом машин для предпосевной и посевной операций, проводимых отдельно, ПК «Кузбасс» на 68% дешевле их общей стоимости и в два раза дешевле зарубежных аналогов. За один проход они проводят культивацию, боронование, посев, внесение удобрений, прикатывание и выравнивание поверхности почвы. В ряде передовых хозяйств области применяются зарубежные комбинированные почвообрабатывающие и почвообрабатывающе-посевные комплексы.

В СХЗАО «Белореченское» с 2005 года применяют ППМ «Конкорд» (производство фирмы Джон Дир, США) и ППМ «Horsch-Агро-Союз, модель АТД (совместное производство компании «Horsch», Германия и Корпорации «Агро-Союз», Украина). В результате сравнительной оценки всех этих агрегатов (ППМ «Кузбасс», «Конкорд», «Хорш») в сравнении с обычной технологией возделывания зерновых (система ежегодной вспашки в севооборотах с использованием рядовых сеялок СЗП-3,6) было установлено, что по всем экономическим параметрам (производительности, расходу горючего, количеству механизаторов и, вообще, по всем прямым затратам) лучшей ППМ является «Конкорд». Она многократно производительнее обычной технологии, а «Кузбассы» им уступают незначительно.

Однако следует заметить, что после 4 лет непрерывного применения посевных комплексов на прямом посеве зерновых (в отсутствие четко освоенных севооборотов, частого размещения зерновых по зерновым, низкой доле в структуре пашни чистых паров), в хозяйстве было выявлено множество нарастающих негативных явлений, а именно: из-за отсутствия периодической вспашки или глубокого рыхления (чизелевания, плоскорезной обработки и др.) происходит дифференциация частей обрабатываемого (мелкого) и необрабатываемого (нижнего) слоя по показателям плодородия (как физическим, так и химическим, и биологическим): снижается сдержива-

ние доступного азота в мелкообрабатываемом и нижнем необрабатываемом слоях почвы; происходит уплотнение и не «работают» нижние слои почвы; резко возрастает засоренность посевов, особенно яровыми поздними, злаковыми и многолетними сорняками; увеличивается накопление в верхнем слое почвы возбудителей болезней и вредителей; создание мульчирующего слоя (подушки из стерни и различных измельченных остатков из состава агрофитоценозов поля) ведут весной к более позднему (на 1,5-2 недели) оттаиванию почвы и наступлению физической спелости почвы, а, следовательно, к переносу сроков сева на 3 декаду мая, что агротехнически неоправданно.

Что касается урожайности (а не экономики, где выгода очевидна), то явно выраженной прибавки повсеместно (на всех полях, по всем предшественникам и срокам сева) от применения ППМ всех марок по сравнению с традиционной технологией не выявлено.

Все зависело от конкретных условий поля, предшественников, сроков посева и т.д. В одних случаях (на отдельных полях) лучшие результаты давали ППМ, а в других СЗП-3,6 по обычной вспашке и где проводились технологические операции отдельно.

В последнее время в России со стороны всевозможных дилеров идет беспрецедентная, пропаганда технологии обработки почвы No-till, при этом No-till выдается за высшую ступень берегающего земледелия, не имеющую альтернативы.

Формы воздействия – от всевозможных видов рекламы в сети интернета до организации грандиозных тусовок с привлечением «гигантов аграрной мысли» (особенно были показательны дилерские доклады из фирмы «Агро-Союз» (Украина), прочитанные в ИрГСХА, которые под No-till подвели целую философию как образ жизни и мышления современного ученого и простого земледельца)

По утверждениям «апологетов», No-till (прямой посев) в России может применяться в любых агроклиматических условиях, под все культуры и практически на всех типах почв (от Черного моря до Тихого океана). Однако в России подобные компании уже «проходили», достаточно вспомнить травопольную или пропашную системы земледелия, широкомасштабное внедрение почвозащитной системы и так называемых «интенсивных» технологий и т.д.

В земледелии, а тем более, современном, никакой шаблон неприемлем, а практика убедительно свидетельствует, что даже в

ограниченных масштабах применение No-till вызывает много вопросов.

Приводятся примеры затрат на ГСМ, техническое перевооружение, но затраты на борьбу с сорняками, вредителями, болезнями могут в разы превысить стоимость самого урожая, тем более, что эти препараты почти на 100% импортные.

Сегодня уж все ощутили гонку цен на удобрения и химпрепараты. Ведь из истории земледелия мы хорошо знаем, каково было состояние полей России и урожайность, когда почву обрабатывали сохой, косулей, сабаном всего на несколько вершков (то есть по своеобразной No-till).

В настоящее время развернута широкая компания по пропаганде и рекламе так называемых ресурсосберегающих приемов и технологий обработки почвы. Ресурсосбережение безусловно необходимо, но оно должно осуществляться в разумном диапазоне, а сейчас же оно чаще проводится в целях навязать хозяйствам дорогостоящую и сложную технику и тем самым поставить их в еще большую зависимость от поставщиков запчастей, обслуживания и т.д.

Многолетние теоретические и практические исследования, проведенные кафедрой земледелия и почвоведения ИрГСХА (одной из старейших школ в Восточной Сибири), показывают, что любые радикальные и крайние отказы от других приемов обработки почвы или чрезмерное увлечение другими, сопряжены с проявлением различных негативных последствий, а зачастую следование лозунгу «природа не пашет» на практике ведет к сильнейшему засорению полей, переходу на широкомасштабное применение гербицидов и других средств защиты растений, увеличению вспышек вредителей и болезней, снижению урожаев и качества продукции.

Установлено, что внедрение технологии No-till вполне допустимо и экономически выгодно под вторую культуру после пара и других хороших предшественников.

Без достаточно высокого удельного веса чистого пара (не менее 20% в засушливых зонах) систематическое применение прямого посева ведет к ухудшению общего фитосанитарного состояния почвы и посевов, требует все возрастающих средств химизации и поэтому по расчетам может применяться на площади не более 15-20% от общего посева зерновых и по стерневым предшественникам.

## Заключение

Подводя итог проведенных нами многолетних исследований по обработке почвы следует самый главный вывод о том, что при решении проблем современного земледелия приоритетное направление должно принадлежать результатам научно-исследовательских работ, проведенных в условиях длительных стационарных опытов.

Любое скороспелое решение, внедрение тех или иных агротехнических приемов без основательной научной проработки, а также внедрение по чьим-то советам или рекламе и пропаганде никогда не приведет к успеху.

При этом любой агротехнический прием, метод, способ, технологическое или биологическое средство будут иметь высокий агротехнический и экономический эффект лишь в том случае, если они будут применяться в определенной системе и при взаимоувязке всех элементов, составляющих эту систему. Это положение в полной мере соответствует одному из основополагающих законов земледелия – закону незаменимости и равнозначности всех факторов, слагающих систему.

В земледелии, как ни в какой другой отрасли сельскохозяйственного производства шаблон не возможен, а пути решения той или иной проблемы, как правило, всегда имеют альтернативу.

Природные и экономические условия земледельческих зон Предбайкалья и входящих в них агроландшафтов настолько разнообразны, что они определяют разные подходы, характер и порядок применения приемов и технических средств воздействия на почву путем ее механической обработки.

В настоящее время сложилась весьма сложная ситуация: с одной стороны энерговооруженность отрасли региона основывается на сильно изношенном и устаревшем машинно-тракторном парке, а с другой – все более широкое применение находят современные высокоэффективные, но дорогостоящие машины и орудия для ведения точного земледелия. Такая ситуация вынужденно вызывает необходимость дифференцированного (разного) подхода к выбору приемов и систем обработки почвы в зависимости от уровня эконо-

мического состояния хозяйств (обеспеченности их техникой, удобрениями, пестицидами).

Одни хозяйства могут применять только экстенсивные технологии, основанные на системе мелких (дисковых, культиваторных) обработок и частично вспашке (в парах и под ряд пропашных культур). Другие пока в состоянии использовать традиционную систему вспашки с частичной ее заменой под некоторые культуры мелкими, поверхностными и безотвальными обработками на разную глубину. Третьи могут в полной мере применять весь современный спектр отечественных и зарубежных машин и орудий, высокоэффективные пестициды, дозы удобрений в дозах на программируемый урожай, различные стимуляторы, биопрепараты и т.д.

Образно можно сказать, что одной ногой земледелие Предбайкалья и всей Российской Федерации стоит в прошлом, а другой – пытается шагнуть в будущее, однако сделать этот шаг пока не удастся.

Многократно увеличивающийся типаж поступающих в хозяйство машин и орудий для почвообработки кроме научного обоснования его применения вызывает острую необходимость и соответствующий современной классификации по отдельным процессам механической обработки.

Впервые в данной монографии приводится разработанная нами дифференцированная классификация с выделением и обоснованием таких классификационных терминов как: система, технология, способ, прием и технологическая операция механической обработки почвы. Необходимость разработки такой классификации была вызвана большой путаницей по терминологии как в учебной и научной литературе, так и среди практических работников АПК.

Главный вектор совершенствования приемов и систем обработки почвы в Предбайкалье – их минимализация. Однако путь к полной минимализации обработки почвы будет весьма непростой и длительный. Подход к минимализации, а через нее к ресурсосбережению должен проходить поэтапно по мере замены устаревших машин и орудий на современные многооперационные и роботизированные.

Для разных природных зон региона возможности минимализации имеют определенные природные ограничения: тяжелый механический состав почв, длительный криогенный период, большая

пересеченность рельефа, преобладающее наличие склоновых земель и т.д. Среди природных физико-географических зон наиболее широкие возможности для минимализации обработки почвы имеет засушливая и открытая степная зона, открытые степные агроландшафты в лесостепной зоне, несколько сужаются возможности минимализации в закрытой (облесенной) лесостепи, а более всего возможности минимальной обработки ограничены в холодных подтаежно-таежных и северных агроландшафтах, где отвальная обработка значительно быстрее активизирует почвенную микрофлору и фауну, способствует разложению (минерализации) органических остатков, ускоряет наступление физической спелости почвы и позволяет начинать полевые работы в оптимальные агротехнические сроки.

Набор (ассортимент, типовой состав) поставляемых в настоящее время в АПК почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных машин и агрегатов настолько многообразен, что он позволяет определенные элементы минимализации применять практически во всех зонах, но, безусловно, в разумных пределах. Так, при неосвоенных севооборотах (при вольном размещении культур) чрезмерное увлечение «минималкой» может привести к целому комплексу негативных последствий (сильному засорению полей, заражению болезнями, распространению опасных вредителей посевов).

В зернопаровых севооборотах, где задачи уничтожения сорняков, вредителей и болезней во многом решает паровое поле, минимализация допустима в самих парах (сочетание отвальной или безотвальной глубокой и мелкой обработки с гербицидами) и под вторую зерновую культуру после пара (прямой посев).

Если зернопаровое звено севооборота дополняется зернопропашным или зернотравяным (кукуруза-пшеница, картофель-пшеница, однолетние травы - пшеница и др.), то под пропашные (и все другие листовые культуры с более мощной стержнекорневой системой, чем у зерновых) эффективнее обычная вспашка.

В плодосменных, кормовых, зернотравяных, зернотравопропашных севооборотах также эффективнее глубокие отвальные и безотвальные обработки.

Возможности замены вспашки на разные модификации минимальной и безотвальной обработки также больше на легких поч-

вах, чем тяжелых; на более сухих, чем влажных; в зонах с более длительным вегетационным периодом, чем с коротким; при большей обеспеченности хозяйств удобрениями и пестицидами.

Следующий важнейший вывод заключается в том, что в условиях Иркутской области более существенное значение в повышении урожайности полевых культур имеет не способ или прием обработки почвы (отвально или безотвально, глубоко или мелко), а сроки и длительность применения процесса обработки. В связи с этим, эффективность систем (технологий и приемов) в убывающем порядке по агротехнической эффективности располагается в следующий ряд: чистые пары -> занятые пары (сидеральные пары) -> ранняя зябь (августовская) -> средняя зябь (сентябрьская) -> поздняя зябь (октябрьская) -> весновспашка. При этом ранние безотвальные обработки также были эффективнее поздних безотвальных.

В условиях Предбайкалья главным фактором, лимитирующим создание благоприятных почвенных режимов (теплового, пищевого, воздушного, микробиологического, водного), а, следовательно, формирование высоких и устойчивых урожаев полевых культур является периодический недостаток влаги, особенно в ранне-весенний (апрель-май) и весенне-летний (май-июнь) периоды. Частота таких засух в открытой степи составляет 6-8 лет из 10, в лесостепи – 4-5 лет. Критическим считается период, если неудовлетворительные запасы влаги в почве держаться до конца 2 декады июня и в этот период не выпадает продуктивных осадков. В связи с этим решающее влияние на формирование нормального урожая оказывают осенние (предзимние) влагозапасы. Если они низкие (удовлетворительные и неудовлетворительные – ниже 80-90 мм в метровом слое), то в сочетании с весенне-летней засухой это ведет к падению урожаев ниже уровня, который обеспечивает потенциальное (естественное) почвенное плодородие (до 8-9 ц/га зерновых единиц).

В связи с этим большое значение имеет накопление влаги твердых осадков в виде снега. Однако, как показали исследования, на отвальных фонах запасы влаги от твердых осадков мизерны и практически не имеют агротехнического значения.

В связи с этим все виды механического снегозадержания на вспаханной почве экономически и агротехнически неоправданны. В условиях региона дополнительные запасы продуктивной влаги от

твердых осадков можно накопить только за счет кулисного снегозадержания (до 50-60 мм и выше) или стерневого (до 20-40 мм). В связи с этим сохранение стерни (желательно высокого среза) в более засушливых зонах при применении безотвальных (плоскорезных) обработок является мощным средством преодоления весенних засух.

Основываясь на полученных результатах наших многолетних исследований можно констатировать, что для условий Предбайкалья на современном этапе механическая обработка не может быть представлена как ежегодной вспашкой, так и ежегодной безотвальной (минимальной) обработкой, поскольку каждая из этих систем имеет как свои положительные, так и отрицательные стороны и последствия. Вполне очевидно, что наиболее приемлемым являются комбинированные системы обработки почвы в севооборотах, основанные на чередовании отвальных и безотвальных, глубоких и мелких в сочетании с гербицидами с учетом севооборотов, типов почв, степени их окультуренности, биологических требований культур, природных условий агроландшафтов, типов сезонной погоды и т.д.

Дальнейший процесс развития механической обработки будет зависеть от совершенствования сельскохозяйственных машин и орудий, средств защиты растений и т.д.

Однако этот процесс во многом будет определяться умением, талантом и организаторскими способностями агрономов – технологов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Выражаем уверенность, что настоящая работа окажется полезной как для практиков сельскохозяйственного производства, так и для студентов агрономических специальностей учебных заведений.

## Литература

1. Агрофизические методы исследования почв. – М.: Наука, 1966. – 258с.
2. Агрохимические методы исследования почв. – Изд. 4-е, доп и перераб. – М.: Наука, 1965. – 436с.
3. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002- 388с.
4. Архипкин. В.М. Влияние плоскорезной обработки на агрофизические свойства и производительность эрозионно-комплексных земель: Автореф. дис.... канд. С.-х. наук. – Иркутск, 1975. - 25с.
5. Баертуев А.А., Бохиев. В.Б. Система обработки почвы в условиях Бурятии. – Улан-Удэ, 1964. – 87с.
6. Балаболин М.А. Накопление и расход нитратов в условиях Иркутской области // Изв. ИСХИ. – 1966. – вып. 25. – С. 52-61
7. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975. – 304с.
8. Бараев А.И. Современная почвозащитная система земледелия // 50 лет ВАСХНИЛ. – м.: Колос, 1979. – С. 65-85.
9. Бекетов А.Д. Научные основы обработки почвы в Красноярском крае. – Иркутск, 1983. – 90с.
10. Белых А.Г. Научные основы обработки почвы в Восточной Сибири // Курс лекций. – Иркутск, 1975. – 97с.
11. Белых А.Г. Механическая обработка почвы // Культура земледелия. – Иркутск, 1977. – С. 109-198.
12. Белых А.Г., Доманский Ю.А., Шелковников В.А. Сорные растения Восточной Сибири и меры борьбы с ними // Учебное пособие – Иркутск, 1974. 111с.
13. Белых А.Г. Система обработки почвы в трудах кафедры // Научно-агрономические основы интенсификации земледелия. – Иркутск, 1966. С. 71-104.
14. Бохиев В.Б., Митюков К.М. Севообороты и система обработки почвы. – Улан-Удэ, 1975. – 157 с.

15. Буров Д.И. Научные основы обработки почвы Заволжья. – Куйбышев, 1970. – 794с.
16. Бычко М.Ф. Вопросы обработки жнивья в Канской и Тулунской лесостепи: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Омск, 1962. – 15с.
17. Васильев Н.П. Почвозащитный комплекс Приангарья. – Иркутск: Вост.-Сиб. КН. Изд-во, 1984. – 118с.
18. Вильямс В.Р. Почвоведение, земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозизд, 1939. - 447с
19. Власенко А.Н. Система основной обработки черноземов лесостепи Западной Сибири при разных условиях интенсификации земледелия: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. –Новосибирск, 1995. – 41с.
20. Власенко А.Н. Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири. – Новосибирск, 1994. – 74с.
21. Воробьев С.А. и др. Земледелие. – М.: Колос, 1977. – 478с.
22. Гиль А.Р. Занятые пары в земледелии Иркутской области // Научно-агрономические основы интенсификации земледелия. – Иркутск, 1966 – с. 36-53.
23. Долгов С.И., Людина С.А. О некоторых закономерностях урожайности сельскохозяйственных культур от плотности почвы. – Гидрометеиздат, 1968. – С. 54-64.
24. Доспехов Б.А. Минимализация обработки почвы: направления исследований и перспективы внедрения в производство // Земледелие – 1978. - №9. – С. 26-31.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985 – 351с.
26. Дроговоз С.Е. обработка чистого пара в лесостепной зоне Иркутской области: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Иркутск, 1970. – 31с.
27. Дроговоз С.Е. Оптимальная плотность пахотного слоя выщелоченного чернозема для полевых культур и пахотного слоя почвы при отвальной почвозащитной обработках // Научные основы интенсификации земледелия Восточной Сибири. – Иркутск, 1976. – С. 92-102.
28. Едимейчев Ю.Ф., Романов В.Н. Научные основы ресурсосберегающего земледелия в Красноярском крае // Энерго- и ресур-

сосбережения в земледелии аридных территорий: матер. межд. конференции // Барнаул, 2000. – С. 76-83.

29.Иванов Н.Н., Бойко В.П., Витер А.Ф. Обработка почвы и применение удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 123с.

30.Ипполитов Д.В. Некоторые результаты физических свойств почвы в связи с ее обработкой // Изв. ИСХИ, 1960. – Вып.15 – с. 10-25.

31.Качинский Н.А. Физика почвы. – М.: Высшая школа, 1965 – 322с.

32.Каштанов А.Н. Научные основы современных систем земледелия. – М.: Агропромиздат, 1988 – 254с.

33.Каштанов Н.А. Научные основы защиты почв от эрозии и дефляции в Западной Сибири: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – М., 1975 – 33с.

34.Кирюшин В.И. Методологическая концепция развития земледелия в Сибири: Метод. Рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отделение, СибНИИЗХИМ. – Новосибирск, 1989. – 45с.

35.Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367с.

36.Колмаков П.П. Нестеренко А.М. Минимальная обработка почвы. – М.: Колос, 1981 – 238с.

37.Кузнецова А.И., Капитонова А.И. Многолетние травы в Восточной Сибири. – Вост. – Сиб. кн. изд-во. – Иркутск, 1966. – 277с.

38.Кузнецова А.И. Некоторые итоги кафедры земледелия и почвоведения за тридцатилетие (1935-1964гг.) // Научно-агрономические основы интенсификации земледелия: Сб. тр. ИСХИ. – Иркутск, 1966. – с. 3-35.

39.Кузнецова А.И. Агрэкономические обоснования систем земледелия и севооборотов и севооборотов Иркутской области. – Иркутск, Вост. –Сиб. кн. изд-во, 1970. – 109с.

40.Кузнецова А.И., Хайнацкий В.Д. Агротехнические основы полевых севооборотов в период интенсификации земледелия: Материалы в помощь лектору. – Иркутск, 1988. – 76с.

41.Кузнецов П.М., Вилесов Т.Г. Обработка почвы и урожай. – Новосибирск: Зап. Сиб. кн. изд-во, 1988. – 127с.

42.Лисунов В.В. Пути совершенствования зональных систем обработки почвы в агроландшафтах Приенисейской Сибири: Автореф. дисс... д-ра с.-х. наук – Красноярск, 1997. – 34с.

43. Лисунов В.В. Обработка почвы в Восточной Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. Краснояр. НИИСХ. – Новосибирск, 2002. – 276с.

44. Мальцев В.Т. Условия азотного питания полевых культур и применение азотных удобрений на почвах Приангарья: Автореф. дисс... д-ра с.-х. наук. – Омск, 2000. – 33с.

45. Мальцев Т.С. Новая система обработки почвы и посева. – М.; 1956. – 47с.

46. Масалов В.Ф. Водный режим почв в полях севооборота // Научно-агрономические основы интенсификации земледелия: Тр. Иркутского СХИ. – Иркутск, 1966. – с. 55-69.

47. Масалов В.Ф. Режим влажности почв в зависимости от обработки зяби // Обоснование системы земледелия Восточной Сибири. – Иркутск, 1973. – с. 96-100.

48. Масалов В.Ф. Влажность почвы под различными культурами // Вопросы земледелия и растениеводства. – Иркутск, 1968. – с. 53-53.

49. Милащенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сибири. – Омск, 1978. – 133с.

50. Минина А.П. Эффективность глубокого безотвального рыхления на серых лесных почвах Восточной Сибири: Автореф. дисс.... к. с.-х. наук. – Иркутск – Улан-Удэ, 1964. – 20с.

51. Овсинский И. Новая система земледелия. – Перевод с польского. – Вильно – Губернск: типограф., 1889 – 271с.

52. Писарев В.Е. Пшеница в Иркутской губернии. – Иркутск, 1972 – 350с.

53. Пупонин А.И. Минимальная обработка почвы. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1978. – 47с.

54. Рабочев И.И., Бахтин П.У. и др. Минимальная обработка почвы и борьба с ее переуплотнением. – М.: Знание, 1980. – 62с.

55. Ревут И.Б. Физика почвы. – Л.: Колос, 1972. – 365с.

56. Роктанэн Л.С. К вопросу о скважности почвы // Советская агрохимия. – 1956. - №6. – С. 93-94.

57. Романов В.Н. Возможности минимализации обработки почвы в полевых севооборотах лесостепи Приангарья: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Омск, 1984. – 15с.

58. Семенов С.А. Происхождение земледелия. – Л.: Наука, 1974. – 317с.

59.Скорняков С.М. От шумеров до наших дней. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 271с.

60.Скорняков С.М. Плуг: крушение традиций. – М.: Агропромиздат, 1989. – 175с.

61.Ситников А.М. Системы земледелия в Западной Сибири: Учебное пособие. – Омск, 1981. – 60с.

62.Скляднев Е., Прохоров И. Способы обработки и сравнительная эффективность чистых и занятых паров в лесостепных районах Красноярского края // Тр. Красноярского СХИ, Изд-во Красноярский рабочий, 1960. – С. 106-119.

63.Солодун В.И. Системы обработки почвы: результаты длительных исследований и направления // Концепция и тезисы докладов и научн.-техн. Конф. 28-29 марта. – Иркутск, 1995. – С. 38-40.

64.Солодун В.И. Приемы и возможности разных приемов и систем обработки почвы в условиях Иркутской области // Пути повышения эффективности земледелия в экстремальных условиях Прибайкалья: Сб. научных трудов / ИНИИСХ. – Иркутск, 1995. – С. 40-43.

65.Солодун В.И. Земледелие и поддержание плодородия почвы (система земледелия, севообороты, обработка почвы) / Концепция устойчивого ведения сельскохозяйственного производства Иркутской области на 2000-2005 гг. – Новосибирск, 2000. – С. 4-25.

66.Солодун В.И. Совершенствование основных элементов системы земледелия в лесостепной зоне Прибайкалья: Автореф. дисс.... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2003. – 34С.

67.Солодун В.И. и др. Научные основы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия Предбайкалья // Учебное пособие. – Иркутск, изд-во ИрГСХА, 2006 – 320 с.

68.Солодун В.И., Горбунова М.С. Методика формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия Предбайкалья // Учебное пособие. – Иркутск, изд-во ИрГСХА, 2008 – 76с.

69.Такаландзе Г.О. Обоснование систем минимальной обработки выщелоченного чернозема в полевых севооборотах лесостепной зоны Приангарья: Автореф. дисс.... канд. с.-х. наук. – Иркутск, 1975. – 15с

70.Троценко И.Д. Обработка пласта многолетних трав в подтаежной зоне Иркутской области // Тр. / ИСХИ, 1955. -№6. – С. 15-29.

71. Угаров А.Н. Влияние удобрений на урожай и качество яровой пшеницы в связи с динамикой усвояемых соединений азота и фосфора в серых лесных почвах южной части средней Сибири: Автореф. дисс.... д-ра с.-х. наук. – Иркутск, 1965. – 35с.

72. Фолкнер Э. Безумие пахаря. – М.: Сельхозиздат, 1969. – С. 19-276.

73. Шевчук В.Е. Удобрение бобовых культур в Восточной Сибири. – Иркутск, Вост-Сиб. кн. изд-во, 1977. – 223с.

74. Шелковников В.А. Влияние обработки почвы на динамику подвижного фосфора под различными сельскохозяйственными культурами в условиях иркутской области: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Иркутск, 1967. – 29с.

75. Яхтенфельд П.А. Культура яровой пшеницы в Сибири. М.: Изд-во сельскохоз. лит-ры, 1961. – 359с.